

A4

**BRAKING FORCE CONTROLLER FOR VEHICLE**

Patent Number: JP2003182544

Publication date: 2003-07-03

Inventor(s): SETO YOJI; KOBAYASHI YOSUKE; YAMAMURA YOSHINORI; TAMURA MINORU; TAKAHASHI MASAKI; NAKAMURA MASAhide

Applicant(s): NISSAN MOTOR CO LTD

Requested Patent: ☐ JP2003182544

Application Number: JP20020291239 20021003

Priority Number (s):

IPC Classification: B60T7/12; B60R21/00; G08G1/16

EC Classification:

Equivalents:

**Abstract**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To speedily generate a braking force at accurate timing irrespective of a driver's braking operation without generating a braking force beyond necessity.

**SOLUTION:** When it is determined that there is an obstacle in front of an own vehicle, lateral travel amounts in the right direction and the left direction which are required to avoid the obstacle by steering are calculated (step S2), whether there is a region for avoiding the obstacle by steering or not is determined (step S3), and the lateral travel amounts are determined based on the results of determination (step S4). It is determined whether it is possible to avoid the obstacle by steering or not (step S5) and whether it is possible to avoid the obstacle by braking or not (step S6) from positional relation with the obstacle based on the determined lateral travel amounts. When it is determined that it is possible to avoid the obstacle by only either of braking and steering, it is started to increase braking fluid pressure gradually, and when it is determined that it is impossible to avoid the obstacle by both of braking and steering, the braking fluid pressure is increased up to predetermined pressure (step S7).

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-182544

(P2003-182544A)

(43) 公開日 平成15年7月3日(2003.7.3)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
B 6 0 T 7/12		B 6 0 T 7/12	C 3 D 0 4 6
B 6 0 R 21/00	6 2 4	B 6 0 R 21/00	6 2 4 D 5 H 1 8 0
			6 2 4 G
	6 2 7		6 2 7
G 0 8 G 1/16		G 0 8 G 1/16	E

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2002-291239(P2002-291239)

(22) 出願日 平成14年10月3日(2002.10.3)

(31) 優先権主張番号 特願2001-309248(P2001-309248)

(32) 優先日 平成13年10月4日(2001.10.4)

(33) 優先権主張国 日本(J P)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 瀬戸 陽治

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

(72) 発明者 小林 洋介

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

(74) 代理人 100066980

弁理士 森 哲也 (外2名)

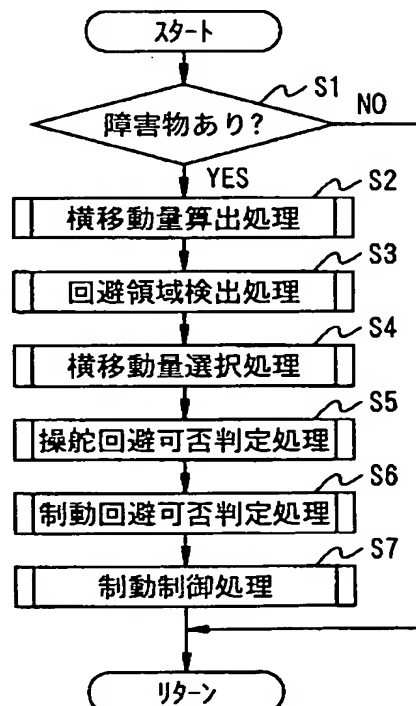
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両用制動力制御装置

(57) 【要約】

【課題】 不必要に制動力を発生させることなく、運転者の制動操作に関わらず的確なタイミングで速やかに制動力を発生させる。

【解決手段】 自車両前方に障害物があると判定されるときには、障害物を操舵により回避するために必要な右方向及び左方向への横移動量を算出し(ステップS2)、操舵により障害物を回避するための領域があるか否かを判断し(ステップS3)、この判断結果に基づいて横移動量を決定する(ステップS4)。決定した横移動量に基づいて障害物との位置関係から、操舵による回避が可能であるか(ステップS5)、また、制動による回避が可能であるかを判定し(ステップS6)、制動又は操舵の何れか一方のみによる回避が可能であると判定されたときに制動流体圧を徐々に増圧し始め、制動及び操舵ともに回避が不可能であると判断されたときに制動流体圧を所定圧に増圧する(ステップS7)。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 自車両と障害物との相対関係を検出する障害物検出手段と、

ブレーキペダルの操作とは独立に制動力を発生させる制動力発生手段と、

前記障害物検出手段で検出した相対関係に基づき前記障害物との接触を、操舵操作によって回避可能であるか否かを判定する操舵回避可否判定手段及び制動操作によって回避可能であるか否かを判定する制動回避可否判定手段と、

前記操舵回避可否判定手段及び制動回避可否判定手段のうちの少なくとも何れか一方で回避不可能であると判定されるとき、前記制動力発生手段を作動させる制動力制御手段と、を備えることを特徴とする車両用制動力制御装置。

【請求項2】 前記障害物検出手段で検出した相対関係に基づいて、前記障害物を操舵操作によって回避するために必要な自車両の横移動量を検出する横移動量検出手段を備え、

前記操舵回避可否判定手段は、前記横移動量検出手段で検出した横移動量に基づいて前記接触の回避判定を行うことを特徴とする請求項1記載の車両用制動力制御装置。

【請求項3】 前記横移動量検出手段は、前記障害物を右方向に操舵して回避するために必要な右方向横移動量と左方向に操舵して回避するために必要な左方向横移動量とを検出し、前記右方向横移動量及び左方向横移動量のうち何れか小さい方を前記横移動量として選択することを特徴とする請求項2記載の車両用制動力制御装置。

【請求項4】 カーブ路を走行しているか否かを判定するカーブ路走行判定手段を備え、

前記横移動量検出手段は、前記カーブ路走行判定手段でカーブ路を走行していると判定されるとき、前記障害物を前記カーブ路のカーブ外側方向に操舵して回避するために必要なカーブ路外側方向への横移動量を前記横移動量として検出することを特徴とする請求項2又は3記載の車両用制動力制御装置。

【請求項5】 前記横移動量検出手段は、前記障害物をカーブ内側方向に操舵して回避するために必要な横移動量が、カーブ外側方向に操舵して回避するために必要な横移動量よりも小さく且つその差が予め設定したしきい値を超えるとき、前記カーブ内側方向への横移動量を前記横移動量として検出することを特徴とする請求項4記載の車両用制動力制御装置。

【請求項6】 操舵角を検出する操舵角検出手段を備え、

前記横移動量検出手段は、前記操舵角検出手段で検出される操舵角が大きくなるほど前記しきい値を大きな値に設定することを特徴とする請求項5記載の車両用制動力制御装置。

【請求項7】 自車両の車速を検出する車速検出手段を備え、

前記横移動量検出手段は、前記車速検出手段で検出される車速が大きくなるほど前記しきい値を大きな値に設定することを特徴とする請求項5又は6記載の車両用制動力制御装置。

【請求項8】 車両に生じる横方向加速度を検出する横方向加速度検出手段を備え、

前記横移動量検出手段は、前記横方向加速度検出手段で検出される横方向加速度が大きくなるほど前記しきい値を大きな値に設定することを特徴とする請求項5乃至7の何れかに記載の車両用制動力制御装置。

【請求項9】 前記障害物を操舵操作によって回避するための領域が自車両の左右に存在するか否かを検出する障害物回避領域検出手段を備え、

前記横移動量検出手段は、前記障害物回避領域検出手段での検出結果に応じて、前記横移動量を検出するようになっていることを特徴とする請求項2乃至8の何れかに記載の車両用制動力制御装置。

【請求項10】 前記横移動量検出手段は、前記障害物回避領域検出手段で自車両の左右の何れか一方にのみ障害物を回避する領域が存在すると判定される場合には、前記障害物を回避する領域が存在する方向への横移動量を前記横移動量として検出するようになっていることを特徴とする請求項9記載の車両用制動力制御装置。

【請求項11】 前記操舵回避可否判定手段は、前記障害物回避領域検出手段で自車両の左右の何れの方にも障害物を回避するための領域が存在しないと判定される場合には、前記障害物を操舵操作によって回避することができないと判定するようになっていることを特徴とする請求項9又は10記載の車両用制動力制御装置。

【請求項12】 前記障害物検出手段で検出した相対関係に基づいて、前記障害物を操舵操作によって回避するために必要な自車両の横移動量を検出する横移動量検出手段と、

当該横移動量検出手段で検出した横移動量だけ自車両が移動するために要する横移動時間を演算する横移動時間演算手段とを備え、

前記操舵回避可否判定手段は、前記横移動時間演算手段で演算した横移動時間に基づいて前記接触の回避判定を行うことを特徴とする請求項1記載の車両用制動力制御装置。

【請求項13】 前記横移動量検出手段は、前記障害物を右方向に操舵して回避するために必要な右方向横移動量と左方向に操舵して回避するために必要な左方向横移動量とを検出し、

前記横移動時間演算手段は、前記右方向横移動量に応じた右方向横移動時間及び前記左方向横移動量に応じた左方向横移動時間を演算し、

前記操舵回避可否判定手段は、前記横移動時間演算手段

で演算した右方向横移動時間及び左方向横移動時間のうち、何れか短い方を、前記横移動時間として選択することを特徴とする請求項12記載の車両用制動力制御装置。

【請求項14】 カーブ路を走行しているか否かを判定するカーブ路走行判定手段を備え、前記横移動時間演算手段は、前記カーブ路走行判定手段で、カーブ路を走行していると判定されるとき、前記障害物を回避するための操舵方向が、旋回内側方向であるか旋回外側方向であるかに応じて前記右方向横移動時間と左方向横移動時間とでその演算方法を替えるようになっていることを特徴とする請求項13に記載の車両用制動力制御装置。

【請求項15】 前記カーブ路走行判定手段は、旋回度合を検出可能に構成され、前記横移動時間演算手段は、前記カーブ路走行判定手段で検出された旋回度合に応じて前記右方向横移動時間及び左方向横移動時間の演算方法を替えるようになっていることを特徴とする請求項14に記載の車両用制動力制御装置。

【請求項16】 前記カーブ路走行判定手段は、操舵角を検出する操舵角検出手段であって、前記横移動時間演算手段は、前記操舵角検出手段で検出された操舵角の大きさ及びその操舵方向に基づいて前記右方向横移動時間及び左方向横移動時間の演算方法を替えるようになっていることを特徴とする請求項15に記載の車両用制動力制御装置。

【請求項17】 前記カーブ路走行判定手段は、横加速度を検出する横加速度検出手段であって、前記横移動時間演算手段は、前記横加速度検出手段で検出された横加速度の大きさ及びその向きに基づいて前記右方向横移動時間及び左方向横移動時間の演算方法を替えるようになっていることを特徴とする請求項15に記載の車両用制動力制御装置。

【請求項18】 車速を検出する車速検出手段を備え、前記横移動時間演算手段は、前記車速検出手段で検出された車速が増加するほど、前記横移動時間が短くなるように前記横移動時間の演算方法を替えるようになっていることを特徴とする請求項12乃至17の何れかに記載の車両用制動力制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、先行車両等の自車両前方に存在する障害物を検出し、この障害物と接触する可能性があるとして予測される場合に、制動力を強制的に発生させるようにした車両用制動力制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、車両走行時の安全性向上を図るべく数々の装置が開発されており、車両に搭載したレ

ーダ装置によって先行車両との車間距離を検出し、衝突の可能性がある場合に、制動力を自動動作させるようにした装置等が提案されている。例えば、特許文献1には、運転者による衝突回避動作の、動作速度及びその動作量から、自車両が緊急状態にあるか否かを推定し、自車両が緊急状態にあり、且つ運転者による衝突回避動作が不足しているときにのみ、制動力を増大するようにしたものが提案されている。

【0003】

【特許文献1】特開平7-137590号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来のように、運転者による衝突回避動作の動作速度及びその動作量から、自車両が緊急状態にあるか否かを判定するようにした方法においては、運転者が衝突回避動作を行ったときのみ自車両が緊急状態にあるかどうかを検出することができる。つまり、例えば運転者が、居眠り運転や脇見運転をしている場合等には、運転者によって衝突回避動作が行われなため、自車両が先行車両に接近している場合等であっても、自車両が緊急状態にあるかどうかの判定を行うことができないため、制動力を増大させることができないという問題がある。

【0005】また、自車両が緊急状態にあるか否かの判定には、操舵によって衝突回避を行うことの可能な限界距離を用いているが、この限界距離を、自車両と障害物との相対速度に基づいて算出するようにしているため、例えば、自車両が障害物に対して横方向にオフセットして接近している場合のように、操舵操作を行うことによって障害物を容易に避けることができる状態にある場合にも関わらず警報を発したり、また、衝突回避動作の動作速度及びその動作量が所定値以上である場合には、制動力を増大させてしまう。このため、警報によって煩わしさを与えたり、またドライバビリティを低下させてしまうという問題がある。

【0006】そこで、この発明は、上記従来の未解決の問題に着目してなされたものであり、不必要に警報や制動力を発生させることなく、的確なタイミングで制動力を発生させることの可能な車両用制動力制御装置を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の請求項1に係る車両用制動力制御装置は、自車両と障害物との相対関係を検出する障害物検出手段と、ブレーキペダルの操作とは独立に制動力を発生させる制動力発生手段と、前記障害物検出手段で検出した相対関係に基づき前記障害物との接触を、操舵操作によって回避可能であるか否かを判定する操舵回避可否判定手段及び制動操作によって回避可能であるか否かを判定する制動回避可否判定手段と、前記操舵回避可否判定手段及び制動回避可否判定手段のうちの少なくとも何れか一

方で回避不可であると判定されるとき、前記制動力発生手段を作動させる制動力制御手段と、を備えることを特徴としている。

【0008】この請求項1に係る発明では、操舵回避可否判定手段及び制動回避可否判定手段によって、障害物を操舵操作を行うことによって回避することができるか、また、制動操作を行うことによって回避することができるか、が判定される。そして、操舵操作によって障害物を回避することができないと判定されたとき、又は制動操作によって障害物を回避することができないと判定された時点で、制動力発生手段が作動されて、運転者のブレーキペダルの操作とは関係なく、制動力が発生される。したがって、運転者が障害物に対し回避操作を行わない場合であっても、制動力が発生させることが可能となり、また、制動操作或いは操舵操作によって障害物を回避することができないと判定されたタイミングで制動力が発生されるから、不必要に制動力が発生されることはない。

【0009】また、請求項2に係る車両用制動力制御装置は、前記障害物検出手段で検出した相対関係に基づいて、前記障害物を操舵操作によって回避するために必要な自車両の横移動量を検出する横移動量検出手段を備え、前記操舵回避可否判定手段は、前記横移動量検出手段で検出した横移動量に基づいて前記接触の回避判定を行うことを特徴としている。

【0010】この請求項2に係る発明では、操舵操作によって障害物を回避するために必要な横移動量が算出され、この横移動量に基づいて操舵回避可否判定が行われる。また、請求項3に係る車両用制動力制御装置は、前記横移動量検出手段は、前記障害物を右方向に操舵して回避するために必要な右方向横移動量と左方向に操舵して回避するために必要な左方向横移動量とを検出し、前記右方向横移動量及び左方向横移動量のうち何れか小さい方を前記横移動量として選択することを特徴としている。

【0011】この請求項3に係る発明では、横移動量検出手段では、右方向に操舵して障害物を回避するために必要な右方向横移動量と、左方向に操舵して障害物を回避するために必要な左方向横移動量とが検出され、これらのうち何れか小さい方が横移動量として選択され、これに基づいて操舵回避可否判定が行われる。また、請求項4に係る車両用制動力制御装置は、カーブ路を走行しているか否かを判定するカーブ路走行判定手段を備え、前記横移動量検出手段は、前記カーブ路走行判定手段でカーブ路を走行していると判定されるとき、前記障害物を前記カーブ路のカーブ外側方向に操舵して回避するために必要なカーブ路外側方向への横移動量を前記横移動量として検出することを特徴としている。

【0012】この請求項4に係る発明では、カーブ路を走行していると判定されるときには、カーブ路のカーブ

外側方向に操舵して障害物を回避するために必要な、カーブ路外側方向への横移動量が横移動量として検出される。また、請求項5に係る車両用制動力制御装置は、前記横移動量検出手段は、前記障害物をカーブ内側方向に操舵して回避するために必要な横移動量が、カーブ外側方向に操舵して回避するために必要な横移動量よりも小さく且つその差が予め設定したしきい値を超えるとき、前記カーブ内側方向への横移動量を前記横移動量として検出することを特徴としている。

【0013】この請求項5に係る発明では、障害物をカーブ内側方向に操舵して回避するために必要な横移動量が、カーブ外側方向に操舵して回避するために必要な横移動量よりも小さく、且つこれらの差が予め設定したしきい値を超えるときには、カーブ内側方向への横移動量が横移動量として検出される。また、請求項6に係る車両用制動力制御装置は、操舵角を検出する操舵角検出手段を備え、前記横移動量検出手段は、前記操舵角検出手段で検出される操舵角が大きくなるほど前記しきい値を大きな値に設定することを特徴としている。

【0014】この請求項6に係る発明では、操舵角が大きいほどしきい値も大きな値となるように設定される。また、請求項7に係る車両用制動力制御装置は、自車両の車速を検出する車速検出手段を備え、前記横移動量検出手段は、前記車速検出手段で検出される車速が大きくなるほど前記しきい値を大きな値に設定することを特徴としている。

【0015】この請求項7に係る発明では、車速が大きくなるほど、しきい値が大きな値となるように設定される。また、請求項8に係る車両用制動力制御装置は、車両に生じる横方向加速度を検出する横方向加速度検出手段を備え、前記横移動量検出手段は、前記横方向加速度検出手段で検出される横方向加速度が大きくなるほど前記しきい値を大きな値に設定することを特徴としている。

【0016】この請求項8に係る発明では、車両に作用する横方向加速度が大きくなるほど、しきい値が大きな値となるように設定される。また、請求項9に係る車両用制動力制御装置は、前記障害物を操舵操作によって回避するための領域が自車両の左右に存在するか否かを検出する障害物回避領域検出手段を備え、前記横移動量検出手段は、前記障害物回避領域検出手段での検出結果に応じて、前記横移動量を検出するようになっていることを特徴としている。

【0017】この請求項9に係る発明では、障害物を操舵操作によって回避するための領域が自車両の左右に存在するか否かが検出され、この検出結果に応じて横移動量が検出される。また、請求項10に係る車両用制動力制御装置は、前記横移動量検出手段は、前記障害物回避領域検出手段で自車両の左右の何れか一方にのみ障害物を回避する領域が存在すると判定される場合には、前記

障害物を回避する領域が存在する方向への横移動量を前記横移動量として検出するようになっていることを特徴としている。

【0018】この請求項10に係る発明では、自車両の左右の何れか一方の方向にのみ障害物を回避するための領域が存在すると判定される場合には、この方向への横移動量が横移動量として検出され、これに基づいて操舵回避可否判定が行われる。また、請求項11に係る車両用制動力制御装置は、前記操舵回避可否判定手段は、前記障害物回避領域検出手段で自車両の左右の何れの方向にも障害物を回避するための領域が存在しないと判定される場合には、前記障害物を操舵操作によって回避することができないと判定するようになっていることを特徴としている。

【0019】また、請求項12に係る車両用制動力制御装置は、前記障害物検出手段で検出した相対関係に基づいて、前記障害物を操舵操作によって回避するために必要な自車両の横移動量を検出する横移動量検出手段と、当該横移動量検出手段で検出した横移動量だけ自車両が移動するために要する横移動時間を演算する横移動時間演算手段とを備え、前記操舵回避可否判定手段は、前記横移動時間演算手段で演算した横移動時間に基づいて前記接触の回避判定を行うことを特徴としている。

【0020】この請求項12に係る発明では、操舵操作によって障害物を回避するために必要な自車両の横移動量が算出され、この横移動量だけ自車両が移動するために要する横移動時間が算出され、この横移動時間に基づいて操舵回避可否判定が行われる。また、請求項13に係る車両用制動力制御装置は、前記横移動量検出手段は、前記障害物を右方向に操舵して回避するために必要な右方向横移動量と左方向に操舵して回避するために必要な左方向横移動量とを検出し、前記横移動時間演算手段は、前記右方向横移動量に応じた右方向横移動時間及び前記左方向横移動量に応じた左方向横移動時間を演算し、前記操舵回避可否判定手段は、前記横移動時間演算手段で演算した右方向横移動時間及び左方向横移動時間のうち、何れか短い方を、前記横移動時間として選択することを特徴としている。

【0021】この請求項13に係る発明では、右方向に操舵して障害物を回避するために必要な右方向横移動量に応じた右方向横移動時間と、左方向に操舵して障害物を回避するために必要な左方向横移動量に応じた左方向横移動時間とが算出され、これらのうち、何れか時間の短い方が、横移動時間として選択され、これに基づいて操舵回避可否判定が行われる。

【0022】また、請求項14に係る車両用制動力制御装置は、カーブ路を走行しているか否かを判定するカーブ路走行判定手段を備え、前記横移動時間演算手段は、前記カーブ路走行判定手段で、カーブ路を走行していると判定されるとき、前記障害物を回避するための操舵方

向が、旋回内側方向であるか旋回外側方向であるかに応じて前記右方向横移動時間と左方向横移動時間とでその演算方法を替えるようになっていることを特徴としている。

【0023】この請求項14に係る発明では、カーブ路を走行していると判定されるときには、障害物を回避するための操舵方向が、旋回内側方向であるか旋回外側方向であるかに応じて右方向横移動時間と左方向横移動時間とで異なる演算方法を用いてこれら右及び左方向横移動時間が算出される。また、請求項15に係る車両用制動力制御装置は、前記カーブ路走行判定手段は、旋回度合を検出可能に構成され、前記横移動時間演算手段は、前記カーブ路走行判定手段で検出された旋回度合に応じて前記右方向横移動時間及び左方向横移動時間の演算方法を替えるようになっていることを特徴としている。

【0024】この請求項15に係る発明では、右方向横移動時間及び左方向横移動時間は、それぞれ旋回度合に応じて異なる演算方法を用いて算出される。また、請求項16に係る車両用制動力制御装置は、前記カーブ路走行判定手段は、操舵角を検出する操舵角検出手段であって、前記横移動時間演算手段は、前記操舵角検出手段で検出された操舵角の大きさ及びその操舵方向に基づいて前記右方向横移動時間及び左方向横移動時間の演算方法を替えるようになっていることを特徴としている。

【0025】この請求項16に係る発明では、操舵角検出手段で検出された操舵角の大きさ及びその操舵方向に基づいてカーブ路走行判定を行うと共に、旋回度合を検出し、これに基づいて右方向及び左方向横移動時間の演算方法が変更される。また、請求項17に係る車両用制動力制御装置は、前記カーブ路走行判定手段は、横加速度を検出する横加速度検出手段であって、前記横移動時間演算手段は、前記横加速度検出手段で検出された横加速度の大きさ及びその向きに基づいて前記右方向横移動時間及び左方向横移動時間の演算方法を替えるようになっていることを特徴としている。

【0026】この請求項17に係る発明では、横加速度検出手段で検出された横加速度の大きさ及びその向きに基づいて右方向及び左方向横移動時間の演算方法が変更される。さらに、請求項18に係る車両用制動力制御装置は、車速を検出する車速検出手段を備え、前記横移動時間演算手段は、前記車速検出手段で検出された車速が増加するほど、前記横移動時間が短くなるように前記横移動時間の演算方法を替えるようになっていることを特徴としている。この請求項18に係る発明では、車速検出手段で検出された車速が増加するほど、横移動時間が短くなるように横移動時間の演算方法が変更される。

【0027】

【発明の効果】本発明の請求項1に係る車両用制動力制御装置によれば、障害物を操舵操作を行うことによって回避することができるか、また、制動操作を行うことによ



って回避することができるかを判定し、これらのうち何れか一方で障害物を回避することができないと判定されたとき制動力を発生させるようにしたから、運転者の障害物に対する回避操作に関係なく制動力を発生させることができる。

【0028】また、請求項2に係る車両用制動力制御装置によれば、操舵操作によって障害物を回避するために必要な横移動量を算出しこれに基づいて操舵回避可否判定を行うようにしたから、自車両が障害物に対してオフセットして接近している場合等であっても不必要に制動力を発生することを回避し、的確に操舵回避可否判定を行うことができる。

【0029】また、請求項3に係る車両用制動力制御装置によれば、障害物を右方向に操舵して回避するために必要な右方向横移動量と左方向に操舵して回避するために必要な左方向横移動量とを検出し、これらのうち何れか小さい方を横移動量として選択するようにしたから、運転者の操舵操作によって障害物を回避することができるにも関わらず、不必要に制動力を発生させることを回避することができる。

【0030】また、請求項4に係る車両用制動力制御装置によれば、カーブ路を走行していると判定されるときには、カーブ路のカーブ外側方向に操舵して障害物を回避するために必要な、カーブ路外側方向への横移動量を横移動量として検出するようにしたため、一般に、カーブ路を走行中には、運転者は、障害物を回避しやすい、カーブ外側方向に障害物を回避する傾向にあるから、運転者の感覚にあった、操舵回避可否判定を行うことができる。

【0031】また、請求項5に係る車両用制動力制御装置によれば、障害物をカーブ内側方向に操舵して回避するために必要な横移動量が、カーブ外側方向に操舵して回避するために必要な横移動量よりも小さく且つその差が予め設定したしきい値を超えるときには、カーブ内側方向への横移動量を横移動量として検出するようにしたから、カーブ路を走行している場合であっても、横移動量が小さく、小さな操舵で障害物を回避することができる。と予測される場合には、運転者はカーブ内側方向に障害物を回避すると予測し、カーブ内側方向への横移動量に基づいて操舵回避可否判定を行うから、運転者の操舵感覚に応じて、操舵回避可否判定を行うことができる。

【0032】また、請求項6に係る車両用制動力制御装置によれば、操舵角が大きいほど、しきい値が大きな値となるようにし、急カーブを走行している場合等、さらにコーナリングフォースを増加させることが困難な場合には、運転者は障害物をカーブ外側に回避すると予測するようにしたから、運転者の操舵感覚に応じて操舵回避可否判定を行うことができる。

【0033】また、請求項7に係る車両用制動力制御装置によれば、車速が大きいほど、しきい値が大きな値と

なるようにし、高速でカーブ路を走行しているような場合には、カーブ内側よりもカーブ外側に障害物を回避しやすいと予測するようにしたから、運転者の操舵感覚に応じて操舵回避可否判定を行うことができる。また、請求項8に係る車両用制動力制御装置によれば、車両に生じる横方向加速度が大きくなるほどしきい値が大きな値となるようにし、横加速度が大きい場合、つまり、急カーブを走行していてさらにコーナリングフォースを増加させることが困難な場合には、障害物をカーブ外側に回避すると予測し、逆に緩やかなカーブを走行している場合には、横移動量が小さい方に障害物を回避すると予測するようにしたから、運転者の操舵感覚に応じて、操舵回避可否判定を行うことができる。

【0034】また、請求項9に係る車両用制動力制御装置によれば、障害物を操舵操作によって回避するための領域が自車両の左右に存在するか否かを検出し、この結果に応じて横移動量を検出するようにしたから、例えば、障害物を回避するための領域が存在せず、運転者が操舵を行うことのない方向に対する横移動量に基づいて、操舵回避可否判定が行われることを回避し、操舵回避可否判定を的確に行うことができる。

【0035】また、請求項10に係る車両用制動力制御装置は、自車両の左右の何れか一方にのみ障害物を回避する領域が存在すると判定される場合には、障害物を回避する領域が存在する方向への横移動量を横移動量として検出するようにし、運転者は障害物を回避するための領域が存在する方向に操舵を行うと予測するようにしたから、運転者の操舵感覚に応じた横移動量を検出することができ、操舵回避可否判定を的確に行うことができる。

【0036】また、請求項11に係る車両用制動力制御装置は、自車両の左右の何れかの方向にも障害物を回避するための領域が存在しないと判定される場合には、障害物を操舵操作によって回避することができないと判定するようにしたから、操舵回避可否判定を的確に行うことができる。また、請求項12に係る車両用制動力制御装置は、操舵操作によって障害物を回避するために必要な横移動量を算出し、この横移動量に応じた横移動時間に基づいて操舵回避可否判定を行うようにしたから、自車両が障害物にオフセットして接近している場合等であっても、不必要に制動力を発生することを回避し、的確に操舵回避可否判定を行うことができる。

【0037】また、請求項13に係る車両用制動力制御装置は、障害物を右方向に操舵して回避するために必要な右方向横移動量に応じた右方向横移動時間と、左方向に操舵して回避するために必要な左方向横移動量に応じた左方向横移動時間と、を検出し、これらのうち何れか時間の短い方を横移動時間として選択しこれに基づき操舵回避可否判定を行うようにしたから、運転者の操舵操作によって障害物を回避することができるにも関わら

ず、不必要に制動力を発生させることを回避することができる。

【0038】また、請求項14に係る車両用制動力制御装置は、カーブ路を走行していると判定されるときには、前記障害物を回避するための操舵方向が、旋回内側方向であるか旋回外側方向であるかに応じて前記右方向横移動時間と左方向横移動時間とでその演算方法を替えるようにしたから、旋回内側方向への操舵時と旋回外側方向への操舵時における操舵応答特性を考慮して右方向横移動時間及び左方向横移動時間を算出することができる。

【0039】また、請求項15に係る車両用制動力制御装置は、旋回度合に応じて右方向横移動時間及び左方向横移動時間の演算方法を替えるようにしたから、旋回度合に応じた操舵応答特性を考慮して右方向横移動時間及び左方向横移動時間を算出することができる。また、請求項16に係る車両用制動力制御装置は、カーブ路走行判定手段として操舵角検出手段を用い、操舵角の大きさ及びその操舵方向に基づいて前記右方向横移動時間及び左方向横移動時間の演算方法を替えるようにしたから、操舵状態に応じて異なる操舵応答特性に応じて操舵回避可否判定を行うことができる。

【0040】また、請求項17に係る車両用制動力制御装置は、カーブ路走行判定手段として横加速度検出手段を用い、横加速度の大きさ及びその向きに基づいて前記右方向横移動時間及び左方向横移動時間の演算方法を替えるようにしたから、横加速度の発生状態に応じて異なる操舵応答特性に応じて操舵回避可否判定を行うことができる。さらに、請求項18に係る車両用制動力制御装置は、車速が増加するほど、横移動時間が短くなるように横移動時間の演算方法を変更するようにしたから、車速に応じて異なる操舵応答特性に応じて操舵回避可否判定を行うことができる。

【0041】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。まず、第1の実施の形態を説明する。図1は、本発明を適用した車両用制動力制御装置の一実施形態を示すブロック図である。

【0042】図中1は、測距センサであって、例えばスキャニング式のレーザレーダで構成され、車幅中央の、車両前方の障害物を検知することの可能な位置に設けられている。そして、一定角度ずつ水平方向にずれながら周期的に車両の前方方向にレーザ光を照射し、前方物体から反射して戻ってくる反射光を受光して、出射タイミングから反射光の受光タイミングまでの時間差に基づいて、各角度における物体までの距離を検出するようになっている。また、2は、車速センサ、3は、操舵角センサ、4は、車両に作用する横方向の加速度を検出する横加速度センサであって、これら各センサの検出信号は、コントローラ10に入力される。

【0043】コントローラ10では、予め設定された所定期間で制動力制御処理を実行し、前記各種センサの検出信号に基づいて、制動力を発生させる必要があるか否かを判定し、制動力を発生させる必要がある場合には、制動力制御装置5を制御し、所定の制動力を発生させる。なお、前記制動力制御装置5は、ブレーキペダルとは切り離されており、いわゆるブレーキバイワイヤ方式の構成を備えている。

【0044】図2は、コントローラ10の機能を表す機能ブロック図である。コントローラ10に入力された測距センサ1、車速センサ2、操舵角センサ3の検出信号は、障害物検出手段11に入力され、障害物検出手段11では、これら各センサの検出信号に基づいて、自車両前方に障害物が存在するか否かを判断する。この障害物検出手段11での検出結果は、横移動量算出手段12に入力され、この横移動量算出手段12では、障害物検出手段11で障害物が存在すると判定されたときに、操舵によって障害物を左及び右に回避するために必要な横移動量を算出する。

【0045】また、前記車速センサ2及び操舵角センサ3の検出信号、さらに、横加速度センサ4の検出信号は、カーブ路走行判定手段13に入力され、このカーブ路走行検出手段13では、これら各検出信号に基づいて、前記横移動量算出手段12で算出した左及び右方向への横移動量を選択する際に必要な横方向オフセットしきい値 $\alpha_{TH}$ を算出する。

【0046】また、前記測距センサ1、車速センサ2及び操舵角センサ3の検出信号は、障害物回避領域検出手段14に入力され、この障害物回避領域検出手段14では、これら各センサの検出信号に基づいて、自車両前方の障害物を操舵操作によって回避するための領域が存在するか否かを判定する。前記横移動量算出手段12の算出結果、カーブ路走行判定手段13の判定結果、及び障害物回避領域検出手段14の検出結果は、横移動量選択手段15に入力される。横移動量選択手段15では、各手段からの入力信号に基づいて、運転者が左右何れの方角に障害物を回避するかを推測し、これに基づいて障害物を操舵で回避するために必要な横移動量を選択する。

【0047】横移動量選択手段15での選択結果は、操舵回避可否判定手段16に入力され、この操舵回避可否判定手段16は、横移動量選択手段15で選択された横移動量に基づいて、運転者の操舵によって障害物を回避することができるか否かの判定を行う。一方、制動回避可否判定手段17では、障害物検出手段11の検出結果に基づいて運転者の制動によって障害物を回避することができるか否かを判定する。そして、制動力制御手段18は、操舵回避可否判定手段16及び制動回避可否判定手段17の判定結果に基づいて、前記制動力制御装置5を制御する。

【0048】図3は、コントローラ10で実行される、



制動力制御処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。コントローラ 10 では、まず、ステップ S 1 において、測距センサ 1 の検出信号に基づいて、その距離情報及び角度情報から自車両前方に障害物が存在するかどうかを判断する。この判定は、例えばその距離情報が、予め設定した障害物が存在しないとみなすことの可能なしきい値を超えているかどうか等に基づいて行う。そして、障害物が存在しないと判定される場合には、そのまま処理を終了し、障害物が存在すると判定される場合には、ステップ S 2 に移行し、前記横移動量を算出するための横移動量算出処理を行う。

【0049】ここで、横移動量の算出方法を説明する。

$$Y_1 = D_0 / 2 + D_1 / 2 - \alpha$$

$$Y_2 = D_0 / 2 + D_1 / 2 + \alpha$$

また、図 5 に示すように、カーブ路走行中の、自車両前方に障害物がある場合にも、同様に前記 (1) 式及び (2) 式で表すことができる。図 6 は、曲率 R のカーブ路を走行中、前方に障害物が存在する場合を表したものである。

【0051】図 6 中、位置 A は自車両の中心位置、位置 B、C 及び D はそれぞれ、障害物の中心位置、左エッジ及び右エッジであり、各位置 B～D の自車両の中心位置 A からの距離及び角度を、それぞれ、 $L$ 、 $L_1$ 、 $L_2$  及

$$\begin{aligned} \vec{OA} &= \begin{bmatrix} R \\ 0 \end{bmatrix} \\ \vec{AB} &= \begin{bmatrix} -L \cdot \sin \theta \\ L \cdot \cos \theta \end{bmatrix} \\ \vec{AC} &= \begin{bmatrix} -L_1 \cdot \sin \theta_1 \\ L_1 \cdot \cos \theta_1 \end{bmatrix} \\ \vec{AD} &= \begin{bmatrix} -L_2 \cdot \sin \theta_2 \\ L_2 \cdot \cos \theta_2 \end{bmatrix} \\ \vec{CB} &= \begin{bmatrix} -L_2 \cdot \sin \theta_2 \\ L_2 \cdot \cos \theta_2 \end{bmatrix} \\ \vec{OE} &= \begin{bmatrix} R \cdot \cos \theta_R \\ R \cdot \sin \theta_R \end{bmatrix} \\ \vec{CB} &= \vec{AB} - \vec{AC} = \begin{bmatrix} -L \cdot \sin \theta + L_1 \cdot \sin \theta_1 \\ L \cdot \cos \theta - L_1 \cdot \cos \theta_1 \end{bmatrix} \\ \vec{BD} &= \vec{AD} - \vec{AB} = \begin{bmatrix} -L_2 \cdot \sin \theta_2 + L \cdot \sin \theta \\ L_2 \cdot \cos \theta_2 - L \cdot \cos \theta \end{bmatrix} \\ \vec{OB} &= \vec{OA} + \vec{AB} = \begin{bmatrix} R - L \cdot \sin \theta \\ L \cdot \cos \theta \end{bmatrix} \end{aligned} \quad \dots\dots (3)$$

【0053】ここで、前記曲率 R は、ステアリングギヤ比  $N_{STR}$ 、ホイールベース  $l_{WH}$ 、スタビリティファクタ

$$R = (1 + K_S \cdot V^2) \cdot l_{WH} \cdot N_{STR} / \delta_{STR} \quad \dots\dots (4)$$

また、障害物の幅  $D_1$  は、次式 (5) で表すことができる。

$$D_1^2 = L_1^2 + L_2^2 - 2 \cdot L_1 \cdot L_2 \cdot \cos(\theta_1 - \theta_2)$$

$$D_1 = \{ L_1^2 + L_2^2 - 2 \cdot L_1 \cdot L_2 \cdot \cos(\theta_1 - \theta_2) \}^{1/2} \quad \dots\dots (5)$$

障害物の中心までの距離  $L$  は、次式 (6) で表すことができる。

$$L_1^2 + L_2^2 = 2 \cdot \{ (D_1 / 2)^2 + L^2 \}$$

$$L = \{ (L_1^2 + L_2^2) / 2 - (D_1 / 2)^2 \}^{1/2} \quad \dots\dots (6)$$

また、障害物の中心と自車両前方とのなす角  $\theta$  は、障害物の、CB 間及び BD 間の距離が等しいことから、次式

図 4 は、直線路を走行中の自車両の前方に障害物がある場合、図 5 は、カーブ路走行中の自車両の前方に障害物がある場合を示している。図 4 に示すように、直線路走行中に、自車両前方に障害物がある場合、自車両の車幅を  $D_0$ 、障害物の幅を  $D_1$ 、自車両中心と障害物の中心との横方向オフセット値を  $\alpha$  とすると、障害物を右方向に回避するために必要な横移動量  $Y_1$  及び左方向に回避するために必要な横移動量  $Y_2$  は、次式 (1) 及び (2) で表すことができる。なお、横方向オフセット値  $\alpha$  は、 $-D_0 / 2 - D_1 / 2$  から  $D_0 / 2 + D_1 / 2$  の値をとる。

【0050】

$$\dots\dots (1)$$

$$\dots\dots (2)$$

び  $\theta$ 、 $\theta_1$ 、 $\theta_2$  とする。また、位置 O は、カーブ路の中心位置であり、自車両と障害物とのなす中心角を  $\theta_R$ 、自車両の車幅を  $D_0$ 、障害物の幅を  $D_1$  とする。また、E は自車両が障害物の位置に達したときの中心位置であり、位置 E と位置 B との距離を横方向オフセット値  $\alpha$  とする。図中の各ベクトルは、次式 (3) に示すように表すことができる。

【0052】

【数 1】

$K_S$ 、自車速  $V$ 、舵角  $\delta_{STR}$  を用いて次式 (4) で表すことができる。

【0054】

(7) で表すことができる。

【0055】

$$\begin{aligned}\sin\theta &= (L_1 \cdot \sin\theta_1 + L_2 \cdot \sin\theta_2) / 2L \\ \cos\theta &= (L_1 \cdot \cos\theta_1 + L_2 \cdot \cos\theta_2) / 2L \quad \dots\dots (7)\end{aligned}$$

また、図6に示すように、ベクトルOB及びベクトルOEは平行であることから、 $\theta_R$  は次式(8)で表すこと

ができる。

$$\tan\theta_R = L \cdot \cos\theta / (R - L \cdot \sin\theta) \quad \dots\dots (8)$$

したがって、障害物との横方向オフセット値 $\alpha$ は、自車両前方左方向の角度を正值とすると、次式(9)で表すことができる。

【0056】

【数2】

・ $\theta > 0$ のとき

$$\alpha = |\vec{EB}| = |\vec{OB} - \vec{OE}| = \left| \begin{matrix} R - L \cdot \sin\theta - R \cdot \cos\theta_R \\ L \cdot \cos\theta - R \cdot \sin\theta_R \end{matrix} \right|$$

・ $\theta < 0$ のとき

$$\alpha = -|\vec{EB}| = -|\vec{OB} - \vec{OE}| = \left| \begin{matrix} R - L \cdot \sin\theta - R \cdot \cos\theta_R \\ L \cdot \cos\theta - R \cdot \sin\theta_R \end{matrix} \right| \quad \dots\dots (9)$$

【0057】以上の処理をコントローラ10では、図7のフローチャートにしたがって行う。すなわち、まず、ステップS201で、測距センサ1、車速センサ2及び操舵角センサ3からの検出信号を読み込み、車速V、舵角 $\delta_{STR}$ 、自車両の中心位置からの障害物の左エッジ、右エッジの距離及び角度、 $L_1$ 、 $L_2$ 及び $\theta_1$ 、 $\theta_2$ を検出する。

【0058】続いてステップS202に移行し、車速V、舵角 $\delta_{STR}$ を変数として、前記(4)式から曲率半径Rを算出する。次いで、ステップS203に移行し、自車両の中心位置からの障害物の左エッジ及び右エッジの距離及び角度 $L_1$ 、 $L_2$ 及び $\theta_1$ 、 $\theta_2$ に基づき前記(5)式から障害物の幅 $D_1$ を算出する。次に、ステップS204に移行し、自車両の中心位置からの障害物の左エッジ及び右エッジの距離 $L_1$ 、 $L_2$ 及び障害物の幅 $D_1$ に基づいて前記(6)式から障害物との距離Lを算出する。次いで、ステップS205で自車両の中心位置からの障害物の左エッジ及び右エッジの距離及び角度 $L_1$ 、 $L_2$ 及び $\theta_1$ 、 $\theta_2$ を変数とし、障害物との距離Lとに基づいて前記(7)式から障害物の中心と自車両前方とのなす角 $\theta$ を算出する。

【0059】次いで、ステップS206で、カーブ路における自車両と障害物とのなす中心角 $\theta_R$ を、障害物との距離L、障害物の中心と自車両前方とのなす角 $\theta$ と曲率半径Rとに基づいて前記(8)式から算出する。次いで、ステップS207に移行し、横方向オフセット値 $\alpha$ を、曲率半径R、障害物との距離L、障害物の中心と自車両前方とのなす角 $\theta$ 、カーブ路における自車両と障害物とのなす中心角 $\theta_R$ とに基づいて前記(9)式から算出する。

【0060】そして、ステップS207で算出した横方向オフセット値 $\alpha$ と、自車両の車幅 $D_0$ 及び障害物の幅 $D_1$ に基づいて前記(1)及び(2)式から、横移動量 $Y_L$ 及び $Y_R$ を算出する。なお、曲率半径Rを車速V及び舵角 $\delta_{STR}$ に基づいて算出しているが、カーブ路の曲

率を推定する方法としては、例えば、ナビゲーションシステムを搭載し、この曲率情報を用いることも可能である。また、測距センサ1によって、障害物の左右エッジの距離 $L_1$ 及び $L_2$ が既知である場合について説明したが、障害物の中心までの距離Lが既知である場合であっても、同様に算出することができる。

【0061】このようにして図3のステップS2における横移動量算出処理が終了すると、ステップS3に移行し、回避領域検出処理を行い、障害物を操舵操作によって回避するための領域が存在するか否かを判定する。すなわち、図8のフローチャートに示すように、まず、ステップS301で測距センサ1の検出信号を読み込みこれに基づき左右の隣接車線の距離データ $L_R$ 及び $L_L$ を検出する。次いで、ステップS302に移行し、右車線上の距離データ $L_R$ に基づき右車線上に障害物があるか否かを判定する。この判定は、例えば、距離データ $L_R$ が無有限大であるか否かに基づいて行い、無有限大であるときに右車線上に障害物はないと判定する。

【0062】次いで、ステップS303に移行し、右領域フラグ $F_R$ を $F_R = 1$ に設定し、後述のステップS307に移行する。一方、ステップS302で、右車線上の距離データ $L_R$ が無有限大ではなく右車線上に障害物があると判定される場合には、ステップS304に移行し、右方向に回避領域があるか否かの判定を後述の手順にしたがって行う。

【0063】そして、ステップS304で、右方向に回避領域があると判定される場合には、ステップS305に移行し、右領域フラグ $F_R$ を $F_R = 1$ に設定した後、ステップS307に移行する。前記ステップS304で、右方向に回避領域がないと判定される場合には、ステップS306に移行し、右領域フラグ $F_R$ を $F_R = 1$ に設定した後、ステップS307に移行する。

【0064】このステップS307では、左車線上の距離データ $L_L$ に基づき左車線上に障害物があるか否かを判定する。この判定は、上記と同様に、例えば、距離デ

ータ $L_L$  が無限大であるか否かに基づいて行い、無限大であるときに左車線上に障害物はないと判定する。次いで、ステップS308に移行し、左領域フラグ $F_L$  を $F_L = 1$  に設定した後、処理を終了する。

【0065】一方、ステップS307で、左車線上の距離データ $L_L$  が無限大ではなく左車線上に障害物があると判定される場合には、ステップS309に移行し、左方向に回避領域があるか否かの判定を後述の手順にしたがって行う。そして、ステップS309で、左方向に回避領域があると判定される場合には、ステップS310に移行し、左領域フラグ $F_L$  を $F_L = 1$  に設定した後、処理を終了する。

【0066】前記ステップS309で、左方向に回避領域がないと判定される場合には、ステップS311に移行し、左領域フラグ $F_L$  を $F_L = 1$  に設定した後、処理を終了する。ここで、前記ステップS304及びステップS309での右方向又は左方向に回避領域があるか否かの判断方法を説明する。

【0067】図9は、右車線上の自車両から距離 $L_R$  の位置に障害物が存在する場合を示している。ここで、自

$$\begin{aligned} L(t_{STR}) / (-L') &= \Delta t_{Y1} \\ L(t_{STR}) &= -L' \cdot \Delta t_{Y1} \end{aligned} \quad \cdots (10)$$

また、障害物との距離 $L(t)$  は、次式(11)と表すことができるので、(12)式が成り立つ。

$$L(t) = L' \cdot t + L(0) \quad \cdots (11)$$

$$L(t_{STR}) = L' \cdot t_{STR} + L(0) \quad \cdots (12)$$

$$t_{STR} = L(0) / (-L') - \Delta t_{Y1} \quad \cdots (13)$$

ここで、 $V + L_R' < 0$  ( $L_R' = dL_R / dt$ ) である場合には、障害物是对向車であるので、右方向への回避は不可能であると判定する。

【0071】一方、 $V + L_R' \geq 0$  である場合には、 $L_R' \geq 0$  であり、障害物が離れていく場合には、操舵回避限界時に、右車線上の車両が自車両よりも前方に存在すれば、右方向への操舵は可能である。ここで、右車線

$$L_R(t) = L_R' \cdot t + L_R(0) \quad \cdots (14)$$

$$L_R(t_{STR}) = L_R' \cdot [L(0) / (-L') - \Delta t_{Y1}] + L_R(0) \quad \cdots (15)$$

$$L_R' \cdot [L / (-L') - \Delta t_{Y1}] + L_R > 0 \quad \cdots (16)$$

一方、 $L_R' < 0$  であり、障害物が近づいてくる場合には、右転舵して障害物を回避した後、減速度 $a$ で減速したときに右車線上の車両に衝突しないためには、次式

$$L_R(t_{STR}) > -L_R'^2 / 2a \quad \cdots (17)$$

前記(15)式及び(17)式から次式(18)を得ることができるから、次式(19)式を満足する場合に

$$L_R' \cdot [L(0) / (-L') - \Delta t_{Y1}] + L_R(0) + L_R'^2 / 2a > 0 \quad \cdots (18)$$

左方向に回避領域があるか否かの判断も同様であって、 $V + L_L' < 0$  ( $L_L' = dL_L / dt$ ) である場合には、障害物是对向車であるので、右方向への回避は不可

車速を $V$ 、車両前方の障害物との距離を $L$ 、自車両前方の障害物を右転舵して回避するために必要な横移動量を $Y_1$  とする。障害物を右転舵して回避するのにかかる時間 $\Delta t_{Y1}$  は、図10に示す特性図に基づいて、自車速 $V$ 、横移動量 $Y_1$  に応じて決定する。

【0068】なお、図10は、予め実験等によって設定した特性図であって、横軸は、操舵回避に必要な横移動量、縦軸は、操舵回避に要する所要時間(横移動時間) $\Delta t_Y$  であって、横移動時間は、横移動量が増加するほど大きくなり且つ横移動量が小さいほど横移動量の増加量に対する横移動時間の増加割合が大きく、横移動量が大きくなるほど、横移動量の増加量に対する横移動時間の増加割合が小さくなるように設定される。また、低車速であるほど、横移動時間は長くなるように設定される。

【0069】ここで、操舵により障害物を回避可能な障害物との距離である、操舵回避限界時の距離 $L(t_{STR})$  は、次式(10)から算出することができる。なお、式中の $L'$  は、 $dL / dt$  を表す。

式から次式(13)が成り立つ。よって、操舵回避限界時の時間 $t_{STR}$  を求めることができる。

上の車両との距離 $L_R(t)$  は、次式(14)で表すことができるから、操舵回避限界時( $t = t_{STR}$ )の距離は、(13)及び(14)式から、(15)式と表すことができる。したがって、(16)式を満足するときに、右方向に回避可能であると判定する。

【0072】

(17)を満足する必要がある。

【0073】

は、右方向に回避可能と判断する。

能であると判定する。

【0074】一方、 $V + L_L' \geq 0$  である場合には、 $L_L' \geq 0$  であり、障害物が離れていく場合には、次式

( 19 ) を満足するときに、左方向に回避可能であると

$$L_L' \cdot [L / (-L') - \Delta t_{Y1}] + L_L > 0 \quad \dots (19)$$

一方、 $L_L' < 0$  であり、障害物が近づいてくる場合には、次式 (20) を満足する場合には、左方向に回避可

$$L_L' \cdot [L(0) / (-L') - \Delta t_{Y1}] + L_L(0) + L_L'^2 / 2a > 0 \quad \dots (20)$$

このようにして、図3のステップS3の処理での回避領域の検出処理が終了すると、ステップS4に移行し、横移動量選択処理を行う。すなわち、図11に示すように、まず、ステップS401で、障害物を操舵によって左方向及び右方向に共に回避することができるか否かを判定する。すなわち、右領域フラグ $F_R$ 及び左領域フラグ $F_L$ が共に“1”であるか否かを判定し、共に“1”である場合には、ステップS402に移行し、横方向オフセット値閾値 $\alpha_{TH}$ を算出する。

【0076】この横方向オフセット値閾値 $\alpha_{TH}$ は、図12に示す制御マップに基づいて横加速度に応じて設定する。なお、図12に示す制御マップは予め実験等に基づいて設定したものである。横軸は、横加速度(横G)を表し、縦軸は横方向オフセット値閾値 $\alpha_{TH}$ であって、横加速度が正值のとき横方向オフセット値閾値 $\alpha_{TH}$ は正值、横加速度が負値のとき横方向オフセット値閾値 $\alpha_{TH}$ は負値となり、横加速度の絶対値が大きな値となるほど、横方向オフセット値閾値 $\alpha_{TH}$ の絶対値も大きくなるように設定される。

【0077】次いで、ステップS403に移行し、ステップS2の処理で算出した横方向オフセット値 $\alpha$ が、ステップS402で検出した横方向オフセット値閾値 $\alpha_{TH}$ よりも大きいかな否かを判断し、 $\alpha > \alpha_{TH}$ である場合には、ステップS404に移行し、横移動量Yとして $Y_1$ を設定し、ステップS410に移行する。前記ステップS403で、 $\alpha > \alpha_1$ でない場合には、ステップS405に移行し、横移動量Yとして $Y_2$ を設定し、ステップS410に移行する。

【0078】なお、直線路を走行している場合には、横加速度は零であるため、横方向オフセット値閾値 $\alpha_{TH}$ も零となる。この場合には、図13に実線で示すように、横移動量Yとして、 $Y_1$ 及び $Y_2$ のうちの小さい方を選択する。つまり、横方向オフセット値 $\alpha$ が、零から $(D_0/2 + D_1/2)$ の範囲にある場合には、横移動量Yとして $Y_1$ を設定し、横方向オフセット値 $\alpha$ が $(-D_0/2 - D_1/2)$ から零の範囲にある場合には、横移動量Yとして $Y_2$ を設定する。

【0079】また、旋回中には、図14に実線で示すように、横方向オフセット値閾値 $\alpha$ が横方向オフセット値閾値 $\alpha_{TH}$ よりも大きいとき、すなわち、 $\alpha_{TH} \leq \alpha \leq (D_0/2 + D_1/2)$ には、横移動量Yとして $Y_1$ を設定し、 $(-D_0/2 - D_1/2) \leq \alpha < \alpha_{TH}$ であるときには、横移動量Yとして $Y_2$ を設定する。つまり、例えば、左旋回中は、横方向オフセット値 $\alpha$ が横方向オフセ

判定する。

能と判断する。

【0075】

ット値閾値 $\alpha_{TH}$ よりも小さくなるまでは、右転舵で障害物を回避するために必要な横移動量 $Y_1$ を横移動量Yとする。

【0080】一方、ステップS401で、各フラグが $F_R = 1$ であり且つ $F_L = 1$ でないときには、ステップS406に移行し、右方向に回避領域があるか、つまり、右領域フラグ $F_R$ が $F_R = 1$ であるか否かを判定する。そして、右方向に回避領域がある場合には、ステップS407に移行し、横移動量Yとして $Y_1$ を設定し、ステップS410に移行する。ステップS406で右領域フラグ $F_R$ が $F_R = 1$ でない場合には、ステップS408に移行し、左方向に回避領域があるか、つまり、左領域フラグ $F_L$ が $F_L = 1$ であるか否かを判定する。そして、左方向に回避領域がある場合には、ステップS409に移行し、横移動量Yとして $Y_2$ を設定し、ステップS410に移行する。一方、ステップS408で左領域フラグ $F_L$ が $F_L = 1$ でない場合には、ステップS411に移行する。

【0081】前記ステップS410では、操舵フラグ $F_{STR}$ を $F_{STR} = 1$ に設定した後、処理を終了する。また、前記ステップS411では、左右何れの方にも障害物を回避する領域が存在しないものとして、操舵フラグ $F_{STR}$ を $F_{STR} = 0$ に設定した後、処理を終了する。なお、前記ステップS402の処理においては、横加速度に応じて横方向オフセット値閾値 $\alpha_{TH}$ を算出するようにしているが、舵角或いは車速から横方向オフセット値閾値 $\alpha_{TH}$ を算出するようにしてもよい。この場合には、例えば図15に示す制御マップをもとに、横方向オフセット値閾値 $\alpha_{TH}$ を設定するようにすればよい。つまり、舵角の絶対値が大きくなるほど、横方向オフセット値閾値 $\alpha_{TH}$ の絶対値も大きくなるように設定し、また、車速の絶対値が大きくなるほど、横方向オフセット値閾値 $\alpha_{TH}$ の絶対値が大きな値となるように設定する。

【0082】このように、舵角に基づいて横方向オフセット値閾値 $\alpha_{TH}$ を設定することによって、例えば急カーブを走行しているときのように、コーナリングフォースをさらに増加させるのが困難な場合には、一般に、運転手は、カーブ路外側方向に回避する傾向にあるから、舵角が大きいほど横方向オフセット値閾値 $\alpha_{TH}$ を大きな値に設定することによって、カーブ路外側方向への横移動量に該当する $Y_1$ 又は $Y_2$ が、横移動量Yとして設定される傾向となる。逆に、緩やかなカーブを走行している場合には、カーブ路内側方向に回避する傾向にあるから、舵角が小さいほど横方向オフセット値閾値 $\alpha_{TH}$ を小

さな値に設定することによって、カーブ路内側方向への横移動量に該当する $Y_1$  又は $Y_2$  が、横移動量 $Y$ として設定される傾向となる。したがって、運転者の操舵感覚に応じて横移動量 $Y$ を設定することができる。

【0083】また、高速でカーブ路を走行している場合には、一般に運転者は、カーブ内側よりもカーブ外側に障害物を回避しやすいから、車速が大きくなるほど横方向オフセット値閾値 $\alpha_{TH}$ を大きな値に設定することによって、上記と同様に、カーブ路外側方向への横移動量に該当する $Y_1$  又は $Y_2$  が横移動量 $Y$ として設定される傾向となり、逆に、車速が小さいほど、カーブ路内側方向に回避する傾向にあるから、車速が小さいほど横方向オフセット値閾値 $\alpha_{TH}$ を小さな値に設定することによって、カーブ路内側方向への横移動量に該当する $Y_1$  又は $Y_2$  が横移動量 $Y$ として設定される傾向となる。したがって、運転者の操舵感覚に応じて横移動量 $Y$ を設定することができる。

【0084】このようにして、図3のステップS4の処理で横移動量の選択が終了すると、ステップS5に移行し、操舵回避可否判定処理を行い、障害物を操舵によって回避可能であるか否かを判定する。すなわち、図16に示すように、まず、ステップS501で、操舵フラグ $F_{STR}$ が $F_{STR} = 1$ であるか否かを判定し、 $F_{STR} = 1$ でない場合には、後述のステップS505に移行する。

【0085】一方、ステップS501で操舵フラグ $F_{STR}$ が $F_{STR} = 1$ である場合には、ステップS502に移行し、前記図10の特性図から、ステップS4の処理

$$L_{BRK} = -\Delta V^2 / 2a^*$$

次いで、ステップS602に移行し、自車両と障害物との間の距離 $L$ が、制動回避限界距離 $L_{BRK}$ よりも大きいか否か( $L > L_{BRK}$ )を判定する。そして、 $L > L_{BRK}$ である場合には、ステップS603に移行し、制動によって障害物を回避することができると判断し、制動フラグ $F_{BRK}$ を $F_{BRK} = 1$ に設定する。そして、処理を終了する。一方、ステップS602で、 $L > L_{BRK}$ でない場合には、ステップS604に移行し、制動によって障害物を回避することができないものと判断し、制動フラグ $F_{BRK}$ を $F_{BRK} = 0$ に設定する。そして、処理を終了する。

【0089】このようにして、図3のステップS6の処理で制動回避判定処理を行うと、ステップS7に移行し、ステップS5での操舵回避可否判定処理及びステップS6での制動回避可否判定処理の判定結果に基づいて、制動力制御装置5を制御するための制動制御処理を行う。すなわち、図18に示すように、まず、ステップS701で、操舵フラグ $F_{STR}$ 及び制動フラグ $F_{BRK}$ が共に“1”であるか否かを判定する。そして、これらフラグ $F_{STR}$ 及び $F_{BRK}$ が共に“1”である場合、つまり、自車両前方の障害物に対し、運転者の操舵操作によっても制動操作によっても回避できると判断される場合

で設定した横移動量 $Y$ に基づき、障害物を回避するのに要する横移動時間 $\Delta t_y$ を算出する。次いで、ステップS503に移行し、障害物までの距離 $L$ を自車速 $V$ の変化量 $\Delta V$ で割り算して( $L/\Delta V$ )自車両が障害物に衝突するまでの時間 $\Delta t$ を算出し、これが、ステップS502で算出した障害物を回避するのに要する横移動時間 $\Delta t_y$ よりも大きいか否かを判定する。そして、 $\Delta t_y < L/\Delta V$ である場合には、ステップS504に移行し、操舵によって障害物を回避することができると判断し、操舵フラグ $F_{STR}$ を $F_{STR} = 1$ に設定した後、処理を終了する。

【0086】一方、ステップS503で、 $\Delta t_y < L/\Delta V$ である場合には、ステップS505に移行し、操舵によって障害物を回避することができないと判断し、操舵フラグ $F_{STR}$ を $F_{STR} = 0$ に設定した後、処理を終了する。このようにして、図3のステップS5での操舵回避可否判定処理が終了すると、ステップS6に移行し、制動回避可否判定処理を実行する。

【0087】この制動回避可否判定処理は、図17に示すように、まず、制動操作によって回避可能な限界距離である制動回避限界距離 $L_{BRK}$ を、次式(21)に基づいて算出する。なお、式(21)中の、 $a^*$ は、障害物を回避するときに運転者が発生させるであろう減速度であって、例えば、 $0.8G (= -0.8 \times 9.8 [m/s^2])$ に設定される。

【0088】

$$\dots\dots (21)$$

には、制動制御処理を終了する。

【0090】一方、操舵フラグ $F_{STR}$ 及び制動フラグ $F_{BRK}$ が共に“1”でない場合には、ステップS702に移行し、操舵フラグ $F_{STR}$ 及び制動フラグ $F_{BRK}$ が共に“0”であるかどうかを判定する。そして、これらが共に“0”である場合、つまり、自車両前方の障害物に対し、運転者の操舵操作によっても制動操作によっても回避することができないと判定される場合には、ステップS703に移行し、制動力制御装置5を制御し、図示しないホイールシリンダへの制動流体圧を増圧させる、増圧制御を行う。

【0091】一方、ステップS702で、操舵フラグ $F_{STR}$ 及び制動フラグ $F_{BRK}$ が共に“0”でない場合、つまり、操舵フラグ $F_{STR}$ 及び制動フラグ $F_{BRK}$ の何れか一方のみが“1”である場合には、ステップS704に移行し、制動力制御装置5を制御し、図示しないホイールシリンダへの制動流体圧を徐々に増圧させる、徐々に増圧制御を行う。

【0092】図19は、増圧制御及び徐々に増圧制御を行う領域の分布を表したものであり、横軸は、自車両と自車両前方の障害物との相対速度 $V_r$ であり、縦軸は、自車両と障害物の間の距離 $L$ である。図19に示すよう

に、制動回避限界及び操舵回避限界に含まれない領域、つまり、運転者の制動操作によっても操舵操作によっても障害物を回避することのできない領域は、直ちに制動力を発生させる必要があるから増圧制御領域となり、制動回避限界と操舵回避限界とに挟まれる領域、つまり、運転者の制動又は操舵の何れかによって衝突を回避することのできる領域は、直ちに制動力を発生させる必要はないから、徐々増圧制御領域となる。

【0093】ここで、増圧制御においては、制動力制御装置5を制御し、図20に示すように、制動流体圧を所定圧にステップ状に増圧させ、直ちに制動力を作用させる。一方、徐々増圧制御においては、制動流体圧を所定の勾配、例えば1.0〔MPa/s〕で徐々に増圧させるようになっている。なお、前記増圧制御における所定圧は、運転手によって制動操作及び操舵操作の何れを行っても障害物との接触を回避することができない場合に、車両を十分減速させることの可能な制動力を発生し得る値に設定され、例えば、2.5〔MPa〕程度に設定される。

【0094】次に、上記第1の実施の形態の動作を説明する。コントローラ10では、図3の制動制御処理を予め設定した周期で実行し、測距センサ1の検出信号を読み込み、この検出信号に基づいて、自車両前方に障害物が存在するか否かの判定を行う。そして、自車両前方に障害物が存在しない場合にはそのまま処理を終了して図示しない上位プログラムに戻る。

【0095】一方、測距センサ1の検出信号に基づいて自車両前方に障害物が存在すると判定される場合には、障害物を回避するために必要な横移動量が算出され、右方向に回避する場合、左方向に回避する場合についてそれぞれ算出される（ステップS2）。このとき、例えば、図4に示すように、障害物、この場合、先行車両に対し、自車両が右方向にずれている場合には、右方向へのずれを正值とすると、横方向オフセット値 $\alpha$ は正の値となり、逆に、図5に示すように、先行車両に対し自車両が左方向にずれている場合には、横方向オフセット値 $\alpha$ は負の値となる。そして、図4に示すように、障害物に対し自車両が右方向にずれている場合には、左方向へ回避するときの横移動量 $Y_2$ の方が大きくなり、逆に図5に示すように、障害物に対し自車両が左方向にずれている場合には、右方向へ回避するときの横移動量 $Y_1$ の方が大きくなる。

【0096】ここで、横移動量を算出する際に、自車両中心と障害物中心との横方向オフセット値 $\alpha$ を検出し、これに基づいて横移動量を算出すると共に、カーブ路を走行している場合には、その曲率を考慮して横方向オフセット値 $\alpha$ を算出しているから、高精度に横移動量を算出することができる。そして、測距センサ1の検出信号に基づいて、隣接車線の距離データ $L_R$ 及び $L_L$ をもとに、右車線及び左車線上に障害物があるかどうかに基づ

いて、自車両前方の障害物を回避するための領域が存在するか否かが判定される（ステップS3）。このとき、障害物がない場合、また、障害物がある場合でも、障害物が対向車ではなく、障害物が自車両から徐々に遠ざかり、運転者の操舵操作によって障害物を回避することの可能な限界距離位置よりも前方に位置すると予測される場合、また、障害物が自車両に近づいてくるが、運転者が操舵操作を行ったとしてもこの近づいてくる障害物に自車両が衝突しないと予測される場合に、自車両前方の障害物を回避するための領域が存在すると判定され、この判定が左右それぞれについて行われる。

【0097】そして、この判定の結果、左右の何れの方角についても障害物を回避するための領域が存在すると判定される場合には、横加速度センサ4の検出信号に基づいて図12の制御マップから横方向オフセット値閾値 $\alpha_{TH}$ が算出される。なお、横加速度センサ4の検出信号は、車両の進行方向に対して車両の左側向きに横加速度が発生している場合を正、逆に車両の右側向きに横加速度が発生している場合を負とする。

【0098】このとき、自車両が直線路を走行している場合には、横加速度は略零となることから、横移動量 $Y_1$ 及び $Y_2$ の何れか小さい方、つまり、横移動量が少なく運転者が回避しやすいと判断し回避動作を行うと予測される方が選択されこれが横移動量 $Y$ として設定される。また、カーブ路を走行している場合等旋回中には、例えば左旋回している場合には、横加速度センサ4の検出信号は負値となるから、横方向オフセット値閾値 $\alpha_{TH}$ も負値となり、このとき、自車両の中心位置に対し先行車両等の障害物の中心位置が右方向にずれており、横方向オフセット値 $\alpha$ が正值である場合には、横方向オフセット値 $\alpha$ が横方向オフセット値閾値 $\alpha_{TH}$ よりも大きいから、右方向への横移動量 $Y_1$ が横移動量 $Y$ として選択される。つまり、左旋回している場合には、運転者は、旋回外側方向に回避する傾向にあるから、右方向への横移動量 $Y_1$ が横移動量 $Y$ として選択される。

【0099】逆に、自車両の中心位置に対し先行車両等の障害物の中心位置が左方向にずれており、横方向オフセット値 $\alpha$ が負値である場合には、 $\alpha > \alpha_{TH}$ を満足する間は、右方向への横移動量 $Y_1$ が選択され、 $\alpha > \alpha_{TH}$ を満足しなくなったとき、左方向への横移動量 $Y_2$ が選択され、これが横移動量 $Y$ として設定される。このとき、横方向オフセット値閾値 $\alpha_{TH}$ は、横加速度センサ4で検出される横加速度に応じて設定され、横加速度が大きくなるほど横方向オフセット値閾値 $\alpha_{TH}$ も大きくなるように設定されているから、横加速度が大きくカーブが急になるほど運転者が旋回外側方向に障害物を回避する傾向にあると予測されるから、運転者の操舵感覚に応じて、的確に横移動量 $Y$ を設定することができる。

【0100】一方、自車両が左旋回している場合には、横加速度センサ4の検出信号は正值となるから、横方向



オフセット値閾値 $\alpha_{TH}$ も正值となる。このとき、自車両の中心位置に対し、先行車両等の障害物の中心位置が左方向にずれており、横方向オフセット値 $\alpha$ が負値である場合には、 $\alpha > \alpha_{TH}$ とならないから、左方向への横移動量 $Y_2$ 、つまり、旋回外側方向への横移動量 $Y_2$ が選択されこれが横移動量 $Y$ として設定される。

【0101】逆に、自車両の中心位置に対し、障害物の中心位置が右方向にずれており、横方向オフセット値 $\alpha$ が正值である場合には、 $\alpha > \alpha_{TH}$ を満足しない場合は左方向への横移動量 $Y_2$ が選択され、 $\alpha > \alpha_{TH}$ を満足する場合には、右方向への横移動量 $Y_1$ が選択されてこれが横移動量 $Y$ として設定される。また、一方、左右の何れの方向についても障害物を回避するための領域が存在しないと判定される場合には、横移動量 $Y$ の設定は行われない。また、右方向にのみ回避可能な領域が存在する場合には、右方向への横移動量 $Y_1$ が選択され、逆に左方向にのみ回避可能な領域が存在する場合には、左方向への横移動量 $Y_2$ が選択される。

【0102】そして、設定した横移動量 $Y$ だけ自車両を移動させて障害物を回避するために要する横移動時間 $\Delta t_y$ が算出され、これが障害物に衝突するまでの所要時間 $\Delta t$ よりも小さいときに、操舵によって障害物を回避することができると判定される(ステップS5)。続いて、制動によって障害物を回避することができるかどうか判定され、この時点における車速 $V$ に基づいて算出される制動によって障害物を回避することの可能な制動回避限界距離が、障害物と自車両との間の距離 $L$ よりも短いとき、制動によって障害物を回避することができると判定される(ステップS6)。

【0103】そして、ステップS4及びステップS5の処理で制動によっても操舵によっても障害物を回避することができると判断された場合には、運転者の制動或いは操舵操作によって障害物を回避することができ、強制的に制動力を発生させる必要はないから、制動力制御装置5の制御は行わない。そして、この状態から、例えば自車両と障害物との間の距離が短くなり、制動操作或いは操舵操作によって障害物を回避することができず、制動及び操舵操作のうちの何れか一方によってのみ障害物を回避することができると判定されるようになると、制動力制御装置5に対して徐々増圧制御が行われ、制動力制御装置5では、図示しないホイールシリンダへの制動流体圧を所定の傾きで増圧させ、制動流体圧を徐々に増圧させる。

【0104】そして、さらに、自車両と障害物との間の距離が短くなる等によって、制動操作及び操舵操作の何れによっても障害物を回避することができないと判定される、制動力制御装置5に対して増圧制御が行われ、これによって、ホイールシリンダへの制動流体圧が予め設定した所定圧までステップ状に増圧され、この制動流体圧によって、自車両に制動力が作用し、自車両は減速す

る。

【0105】ここで、図20に示すように、所定圧の制動力を発生させる前の、制動操作或いは操舵操作の何れか一方のみによって障害物を回避することができると判断された時点 $t_1$ で既に制動力が発生され、その後、制動操作及び操舵操作の何れによっても障害物を回避することができないと判断された時点 $t_2$ で、より大きな制動力を発生させるようにしている。したがって、制動操作及び操舵操作の何れによっても障害物を回避することができないと判断された時点 $t_2$ では、既にホイールシリンダへの制動流体圧はある程度立ち上がっているから、時点 $t_2$ で、自車両に緊急事態が発生したとして、より大きな制動力を発生させようとした場合には、制動流体圧の立ち上がり遅れが発生することなく速やかに所定の制動流体圧を発生させることができ、速やかに制動力を作用させることができる。

【0106】また、時点 $t_1$ で制動流体圧を徐々に増圧させているから、時点 $t_2$ で制動流体圧がステップ状に増加したとしても、運転者に与える違和感を軽減することができる。また、障害物を回避することができるか否かの判定を、自車両と障害物との間の距離 $L$ だけでなく、障害物中心と自車両中心との横方向オフセット値 $\alpha$ 及び道路曲率を考慮して判断し、且つ運転者の制動操作及び操舵操作の何れによって障害物を回避することができるかを判定するようにし、制動操作及び操舵操作の何れによっても障害物を回避することができないと判断された時点で、大きな制動力を発生させるようにしている。

【0107】したがって、障害物に対して横方向にオフセットして接近している場合等のように、操舵によって容易に回避することができる場合に、不必要に制動を行うことはなく、的確なタイミングで制動力を発生させることができる。したがって、ドライバビリティの悪化を防止することができる。また、このように的確なタイミングで制動力を発生させることができるから、例えば、制動力の発生に応じて警報を発生させるような場合には、すなわち的確なタイミングで警報を発生させることができ、不必要に警報が発せられることに起因して、運転者に不快感を与えることを回避することができる。

【0108】また、運転者が障害物を回避するための操作を行わない場合であっても、運転者の操作又は制動操作によって障害物を回避することができないと予測される時点で制動力を発生させるようにしているから、障害物を回避することができないと判定した時点で減速を開始することができ、安全性をより向上させることができる。

【0109】また、横方向オフセット値閾値 $\alpha_{TH}$ を用い、旋回中等カーブ路を走行している場合には、運転者は障害物をカーブ外側に回避する傾向にあるという点を考慮して、操舵による障害物の回避が可能であるか否か

を判定するようにしているから、より運転者の運転間隔に適したタイミングで自動制動を行うことができる。また、操舵操作によって障害物を回避するための領域が自車両の左右に存在するか否かを判定し、これに基づいて横移動量 $Y$ を設定するようにしているから、運転者の操舵感覚に適した横移動量 $Y$ を設定することができる。

【0110】また、このように、障害物を回避するための領域があるかどうか、或いはカーブ路を走行している状況であるか、高速で走行している状況であるかどうか等、走行状態における運転者の操舵動作を予測し、これに基づいて横移動量 $Y$ を設定するようにしているから、運転者の操舵操作に、より合致した横移動量 $Y$ を設定することができ、的確に操舵回避可否判定を行うことができる。したがって、よりの確なタイミングで制動力を発生させることができる。

【0111】次に、本発明の第2の実施の形態を説明する。この第2の実施の形態は、上記第1の実施の形態において、図2の障害物回避領域検出手段14の構成、及び、図3のステップS3での回避領域検出処理の処理手順が異なることは同一であるので、同一部の詳細な説明は省略する。図21は、第2の実施の形態における障害物回避領域検出手段14'の構成を示すブロック図である。

【0112】第2の実施の形態においては、自車両の適所に、自車両前方の各走行レーンを撮像可能なカメラ7が設けられている。そして、このカメラ7で撮像された画像は、コントローラ10の障害物回避領域検出手段14'に入力されるようになっている。この障害物回避領域検出手段14'は、カメラ7で撮像した自車両前方の画像情報をもとに、レーン数及び自車両がどのレーンを走行しているかを検出するレーン認識処理手段21と、カメラ7で撮像した自車両前方の画像情報をもとに、自車両の走行レーンの右レーンに障害物が存在するか、障害物の左レーンに障害物が存在するかを判定する障害物認識処理手段22と、これらレーン認識処理手段21及び障害物認識処理手段22での処理結果に基づいて、障害物を右方向及び左方向の何れの方に回避可能な領域が存在するかを判定する回避領域検出手段23とを備えている。

【0113】図22は、第2の実施の形態における図3のステップS3で実行される回避領域検出処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。この第2の実施の形態においては、まず、ステップS801において、レーン認識処理を行い、カメラ7から取り込んだ画像情報に基づいて、一又は複数存在するレーンのどのレーンを走行しているのかを判定する(ステップS802)。そして、自車両が最右レーンを走行していると判定される場合には、ステップS803に移行し、右領域フラグ $F_R$ を $F_R = 0$ に設定した後、ステップS807に移行する。

【0114】一方、ステップS802で、カメラ7からの画像情報に基づいて、自車両が最右レーンを走行していないと判定される場合には、ステップS804に移行し、自車両の右隣のレーンに障害物があるか否かを判定する。そして、障害物があると判定される場合には、ステップS805に移行し、自車両右隣のレーンに障害物が存在するために、右方向への回避は不可能として、右領域フラグ $F_R$ を $F_R = 0$ に設定した後、ステップS807に移行する。

【0115】一方、ステップS804で、自車両の右隣のレーンに障害物が存在しないと判断される場合には、ステップS806に移行し、右領域フラグ $F_R$ を $F_R = 1$ に設定した後、ステップS807に移行する。このステップS807では、カメラ7で撮像した画像情報に基づいて、今度は、自車両が、最も左のレーンを走行しているかどうかを判定し、自車両が最左レーンを走行している場合には、ステップS808に移行し、自車両の左方向には障害物を回避するための領域は存在しないとみなし、左領域フラグ $F_L$ を $F_L = 0$ に設定する。そして、上位プログラムに戻る。

【0116】一方、自車両が最左レーンを走行中でない場合には、ステップS809に移行し、自車両の左隣のレーンに障害物が存在するか否かを判定する。そして、左隣のレーンに障害物が存在すると判定される場合には、自車両の左側領域には障害物を回避するための領域は存在しないとして左領域フラグ $F_L$ を $F_L = 0$ に設定する。そして、上位プログラムに戻る。逆に、自車両の左隣のレーンに障害物が存在しない場合には、ステップS811に移行し左領域フラグ $F_L$ を $F_L = 1$ に設定する。そして、上位プログラムに戻る。

【0117】したがって、この場合には、カメラ7によって自車両前方のレーン状況を撮像し、この撮像画像に基づいて、自車両がどのレーンを走行しているかを判断し、これに基づいて障害物を回避するための領域があるかどうかを判定するようにしている。よって、例えば、レーザレーダ等の測距センサ1を用いた場合には、最右レーンを走行しているときに、これよりも右側にレーンが存在しないのにも関わらず、自車両右側に障害物を回避するための領域があると誤判断してしまうことも考えられる。しかしながら、この第2の実施の形態においては、カメラ7によって、撮像した撮像画像に基づいてレーンを検出し、これに基づいて、障害物を回避するための領域があるかどうかを検出するようにしているから前述のような誤判断を回避することができる。したがって、よりの確に、運転者の操舵操作に合致した横移動量を設定することができ、よりの確なタイミングで制動力を発生させることができる。

【0118】なお、上記第1及び第2の実施の形態において、測距センサ1が障害物検出手段に対応し、横加速度センサ4が横方向加速度検出手段に対応し、制動力制

御装置 5 が制動力発生手段に対応し、図 3 のステップ S 2 の横移動量算出処理が横移動量検出手段に対応し、ステップ S 3 の回避領域検出処理が障害物回避領域検出手段に対応し、ステップ S 4 の横移動量選択処理において、横方向オフセット値閾値  $\alpha_{TH}$  を設定する際に、横加速度が零であるか否かを判定する処理がカーブ路走行判定手段に対応し、ステップ S 5 の操舵回避可否判定処理が操舵回避可否判定手段に対応し、ステップ S 6 の制動回避可否判定処理が制動回避可否判定手段に対応し、ステップ S 7 の制動制御処理が制動力制御手段に対応している。

【0119】次に、本発明の第 3 の実施の形態を説明する。この第 3 の実施の形態における車両用制動力制御装置は、図 23 に示すように、前記図 1 に示す第 1 の実施の形態における車両用制動力制御装置において、横加速度センサ 4 を除去したものである。そして、この第 3 の実施の形態におけるコントローラ 10 では、図 24 のフローチャートに示す制動力制御処理を実行する。

【0120】すなわち、まず、ステップ S1001 で、測距センサ 1 の検出信号に基づいて、自車両前方の障害

$$L < -V_r \cdot T_d + (V_r)^2 / (2 \cdot a) \quad \dots\dots (22)$$

したがって、ステップ S1001 で検出した障害物との間の距離  $L$  と相対速度  $V_r$  とが前記 (22) 式を満足するかどうかにより、制動により障害物との接触を回避することができるかどうかを判定する。次いで、ステップ S1003 に移行し、障害物との接触を操舵操作を行うことによって回避することができるか否かを判定する。この判定は後述の操舵による回避可能判断処理により行う。

【0123】次いで、ステップ S1004 に移行し、自車両前方の障害物との接触に対する、ステップ S1002 での制動による回避可能判断及びステップ S1003 での操舵による回避可能判断の結果に基づき、制動による接触回避が不可能であり、且つ操舵による接触回避が不可能であると判断される場合には、ステップ S1005 に移行し、予め設定した大きさ  $F_H$  の制動力を予め設定した傾きで速やかに発生させるための制動力指令値を、制動力制御装置 5 に出力する。そして、図示しない上位プログラムに戻る。

【0124】一方、ステップ S1004 で、制動操作及び操舵操作共に障害物との接触を回避不可能ではないと判定される場合、つまり、制動操作及び操舵操作の少なくとも何れか一方により障害物との接触を回避可能であると判断される場合にはステップ S1006 に移行し、制動操作及び操舵操作の何れか一方による障害物の回避が不可能であるかどうか、つまり、制動操作及び操舵操作の何れによっても障害物の回避が可能であるかどうかを判定し、何れか一方による障害物の回避が不可能であると判定される場合には、ステップ S1007 に移行し、予め設定した大きさ  $F_L$  の制動力を、図 26 に示す

物と自車両との距離  $L$  及び相対速度  $V_r$ 、測距センサ 1 が障害物を検出している角度範囲  $\theta_1$  及び  $\theta_2$  を検出する。なお、障害物との距離  $L$  等に基づき、自車両前方に障害物が存在しないと判定される場合には、制動力の発生を終了し処理を終了する。

【0121】そして、ステップ S1001 で、障害物の計測が終了したならばステップ S1002 に移行し、自車両前方の障害物との接触を制動操作を行うことによって回避することができるかどうかの判定を行う。この判定条件は、次のように設定される。例えば、図 25 に示すように、自車両と自車両前方の障害物との距離が  $L$  であり、相対速度が  $V_r$  であるものとする。このとき、制動によって接触を回避する場合に発生する減速度を  $a$  (例えば、 $8.0 [m/s^2]$ ) とし、運転者がブレーキペダルを踏み込んだ場合に減速度が発生するまでの無駄時間を  $T_d$  (例えば、 $0.2$  秒) とすると、相対速度  $V_r$  と、障害物との距離  $L$  との関係が次式 (22) を満足する場合、自車両は障害物と接触することになる。

【0122】

ように傾き  $\beta$  で発生させるための制動力指令値を、制動力制御装置 5 に出力する。そして、図示しない上位プログラムに戻る。

【0125】一方、ステップ S1006 の処理で、制動による接触回避が不可又は操舵による接触回避が不可ではないと判定される場合、つまり、共に接触回避が可能であると判定される場合には、ステップ S1008 に移行し、制動力制御解除処理を行う。すなわち、制動力を発生させていない場合には、引き続き制動力を発生させない。一方、制動力を発生させている場合には、予め設定した傾きで徐々に制動力が小さくなるよう制動力制御装置 5 への制動力の指令信号を制御し、制動力制御装置 5 で発生する制動力を徐々に小さくし制動力の発生を停止させる。そして、図示しない上位プログラムに戻る。

【0126】なお、ここでは、速やかに制動力が小さくなるよう制御するようにしているが、制動力の変動によって運転者に違和感を与えない程度の割合で制動力を減少させるようにしてもよく、このようにすることによって、制動力が急に減少することによって運転者に違和感を与えることを回避することができる。ここで、前記制動力  $F_L$  は、図 26 に示すように、零から一定の傾き  $\beta$  で徐々に大きくなる値であり、また、前記制動力  $F_H$  は、前記制動力  $F_L$  よりも大きな一定値に設定され、例えば、制動操作及び操舵操作を行っても障害物との接触を回避することのできない状況にある場合に、自車両を十分減速させることの可能な値に設定される。

【0127】また、前記制動力  $F_L$  の傾き  $\beta$  は、制動力が制動力  $F_L$  から制動力  $F_H$  に移行する際に、その制動力の差  $\Delta F$  が所定値以下となるように演算される値であ

る。前記差 $\Delta F$ は、自車両に作用する制動力が $F_L$ から $F_H$ に変化したときに、運転者に違和感を与えることのない値に設定される。例えば、次のようにして算出する。

$$T_c = L / V_r - t_y$$

なお、式(23)式中の $\Delta t_y$ は、ステップS1003における操舵による回避可能判断処理において算出される、操舵回避に係る時間である。

$$T_c = - \{ L - [ V_r^2 / (2 \cdot a) ] + ( V_r \cdot T_d ) \} / V_r$$

..... (24)

なお、(24)式中の $T_d$ 及び $a$ は、ステップS1002での前記(22)式において用いた無駄時間及び発生減速度である。

【0130】このようにして算出した所要時間 $T_c$ に基

$$\tan \beta = (F_H - \Delta F) / T_c$$

そして、このようにして算出した傾き $\beta$ で制動力 $F_L$ を徐々に上昇させる。

【0131】前記ステップS1003における操舵による回避可能判断処理は、図27のフローチャートに示す手順で行う。すなわち、まずステップS1010で、操舵により障害物との接触を回避するために必要な横移動量を算出する。つまり、自車両と障害物とが、図25に

$$Y_1 = L \cdot \tan \theta_1 - L \cdot \tan \left( \frac{1}{2} \sin^{-1} \frac{L \cdot r}{V} \right) + \frac{D_0}{2} + w_{sen} \quad \dots\dots (26)$$

$$Y_2 = -L \cdot \tan \theta_2 + L \cdot \tan \left( \frac{1}{2} \sin^{-1} \frac{L \cdot r}{V} \right) + \frac{D_0}{2} - w_{sen} \quad \dots\dots (27)$$

【0133】なお、式(26)及び(27)中の $L$ は前方障害物と自車両との間の距離、 $\theta_1$ は測距センサ1が前方障害物を検出している範囲の右端位置における角度、 $\theta_2$ は測距センサ1が前方障害物を検出している範囲の左端位置における角度である。また、 $r$ は自車両のヨーレート、 $V$ は自車速、 $D_0$ は自車両の車幅、 $w_{sen}$ は自車両の中心位置から、測距センサ1の取り付け位置

$$r = \{ V \cdot \delta \} / \{ n \cdot l \cdot (1 + A V^2) \} \quad \dots\dots (28)$$

このようにして、横移動量 $Y_1$ 及び $Y_2$ を算出すると、ステップS1020に移行し、ステップS1010で算出した左右に操舵回避するのに必要な横移動量 $Y_1$ 、 $Y_2$ に基づいて、上記第1の実施の形態と同様に、前記図10に示す特性図に基づいて左右それぞれに操舵回避するために要する横移動時間 $\Delta t_{y1}$ 、 $\Delta t_{y2}$ を算出する。

【0135】つまり、ステップS1010で算出した横移動量 $Y_1$ 及び $Y_2$ と、このときの自車速 $V$ とに基づいて図10の特性図から、車速による操舵特性に応じた横移動時間 $\Delta t_{y1}$ 、 $\Delta t_{y2}$ を得る。次いで、ステップS1030に移行し、ステップS1020で算出した横移動時間 $\Delta t_{y1}$ 、 $\Delta t_{y2}$ を、操舵回避する方向が、切り増し方向であるか切り戻し方向であるか、及び、この時点における操舵角に応じて補正する。

【0136】具体的には、まず、図28に示す特性図から、補正係数 $C$ を検出する。なお、図28において、横

【0128】つまり、制動力 $F_L$ が作用し始めてから制動力 $F_H$ が作用するまでの所要時間 $T_c$ は、制動による衝突回避が不可能となつてから操舵による衝突回避が不可能となる場合には、次式(23)で表される。

..... (23)

【0129】一方、操舵による衝突回避が不可能となつてから制動による衝突回避が不可能となる場合には、 $T_c$ は、次式(24)で表される。

..... (24)

づいて次式(25)にしたがって、制動力の傾き $\beta$ を設定する。ただし、 $\beta$ が十分小さければ、 $\tan \beta \approx \beta$ としてもよい。

..... (25)

示す位置関係にあるとき、前記図5に示すように、自車両が障害物の右側に移動して障害物を回避するのに必要な横移動量 $Y_1$ 、自車両が障害物の左側に移動して障害物を回避するのに必要な横移動量 $Y_2$ は、それぞれ次式(26)及び(27)で表すことができる。

【0132】

【数3】

までのオフセット量である。なお、前記ヨーレート $r$ は、例えば操舵角 $\delta$ と車速 $V$ とに基づき、次式(28)により算出される。なお(28)式中の $n$ は舵角比、 $l$ はホイールベース、 $A$ はスタビリティファクタである。なお、ヨーレートセンサによって直接計測するようにしてもよい。

【0134】

..... (28)

軸は操舵角の大きさを表し、その正側は切り増し側、負側は切り戻し側を表す。また、縦軸は操舵特性に応じた補正係数 $C$ を表す。この補正係数 $C$ は、図28に示すように、直線路走行時に操舵回避するために所定の操舵量だけ操舵したときの自車両の横移動量を“1.0”とし、これを基準として、旋回時に操舵回避するために前記所定の操舵量だけ操舵したときの自車両の横移動量を、旋回状態、つまり操舵開始時の操舵角に応じて表したものである。

【0137】つまり、直線路走行時の補正係数 $C$ を“1.0”としたとき、ある操舵角で旋回中に旋回方向の内側すなわち切り増し方向に操舵回避する場合には、操舵に対する横移動量は直進時に比較して小さいから、補正係数 $C$ は“1.0”より小さい値となり且つ操舵角が大きいほど小さな値となり、逆に旋回方向の外側すなわち切り戻し方向に操舵回避する場合には、操舵に対す

る横移動量は直進時に比較して小さいが切り増し方向に操舵回避する場合に比較して大きいから、直進時の補正係数“1.0”よりも小さく且つ操舵角が大きいほど小さな値となり、さらに、切り増し方向に操舵回避する場合に比較して大きな値となる。

【0138】また、タイヤスリップ角とタイヤ横力とは、図29(a)に示すような関係にある。図29(a)において、横軸はタイヤスリップ角、縦軸はタイヤ横力であって、タイヤスリップ角が大きくなるほどタイヤ横力は大きくなり、且つタイヤスリップ角が小さいほどタイヤスリップ角の変化に対するタイヤ横力の変化量が大きくなるように設定される。

【0139】したがって、直進状態(スリップ角=0)から操舵回避すると、前輪横力は図29(b)に示すように遷移し、前輪スリップ角が大きくなって前輪横力が飽和状態となり、前輪横力が増加しなくなってしまう。一方、操舵角が小さい範囲で旋回中に操舵回避を行うと、前輪横力は図29(c)に示すように、前輪横力が飽和状態とはならず、前輪スリップ角の変化に対して大きく前輪横力が変化するため、直進状態から操舵した場合と比べて操舵に対する横移動量が大きくなる。このため、直進時の補正係数“1.0”よりも大きな値となる。操舵回避を行った場合の前輪横力の変化が最大となる場合に補正係数Cは最大となる。同じ操舵角ならば車速が高いほど旋回中の前輪スリップ角が大きくなるので、横力が飽和状態に近くなり、補正係数Cは小さい値となる。

【0140】なお、ここでは、車速を、3段階 $v_1$ 、 $v_2$ 、 $v_3$ に設定した場合について説明したが、これに限らず、車速は一定として設定するようにしてもよく、また、さらに多段階に設定するようにしてもよく、これらの車速に応じた補正係数Cの変化を関数で表し、車速に応じて連続的に補正係数Cを設定するようにしてもよ

$$\Delta t_R = \Delta t_{Y1} / C_R$$

$$\Delta t_L = \Delta t_{Y2} / C_L$$

次いで、ステップS1040に移行し、ステップS1030で算出した横移動時間 $\Delta t_R$ 及び $\Delta t_L$ はそれぞれ、自車両が右方向又は左方向に操舵回避のための操舵を行った際に要する所要時間であるから、これらのうちの小さい方を選択し、これを操舵回避に要する横移動時

$$\text{衝突までの推定時間} = L / V_r < \text{横移動時間} \Delta t_Y \quad \cdots \cdots (31)$$

なお、前記図28に示す特性図は、次式(32)～(34)を演算し、この演算結果を、車速毎、操舵角毎にプロットすることにより得ることができる。なお、同様にして、前記図10に示す特性図も得ることができる。つまり、車両の操舵特性は次のように表すことができる。

【0146】

【数4】

い。

【0141】したがって、例えば、ある車速で操舵角30度で右旋回中の場合、右操舵して障害物を回避する場合には、切り増し方向への操舵であるから、図28の横軸の正領域を参照し、操舵角“+30度”に対応する切り増し側への操舵時における補正係数 $c_1$ を、右回避時の補正係数 $C_R$ として特定する。逆に左操舵して障害物を回避する場合には、切り戻し方向への操舵であるから、図28の横軸負領域を参照し、操舵角“-30度”に対応する切り戻し側への操舵時における補正係数 $c_2$ を、左回避時の補正係数 $C_L$ として特定する。

【0142】逆に、左旋回中である場合には、右操舵で障害物を回避する場合には、切り戻し方向への操舵であるから、図28の横軸の負領域を参照し、操舵角“-30度”に対応する切り戻し方向への操舵時における補正係数 $c_2$ を右回避時の補正係数 $C_R$ として特定し、逆に、左操舵で障害物を回避する場合には、切り増し方向への操舵であるから、図28の正領域を参照し、操舵角“+30度”に対応する切り増し方向への操舵時における補正係数 $c_1$ を、左回避時の補正係数 $C_L$ として特定する。

【0143】なお、この図28に示す特性図は、操舵角 $\delta$ と操舵特性の補正係数Cとの関係を、予めオフラインで車速毎に演算することにより作成しておく。このようにして、操舵特性に応じた補正係数 $C_R$ 及び $C_L$ が、操舵角センサ3により検出される操舵角 $\delta$ と車速センサ2で検出される自車速Vとに基づいて、図28の特性図から特定される。

【0144】そして、操舵特性に応じた補正係数 $C_R$ 及び $C_L$ を算出したならば、この補正係数 $C_R$ 及び $C_L$ に基づいて次式(29)及び(30)に基づいて、自車両の旋回状態を考慮した操舵回避に必要な所要時間、つまり横移動時間 $\Delta t_R$ 、 $\Delta t_L$ を算出する。

$$\cdots \cdots (29)$$

$$\cdots \cdots (30)$$

間 $\Delta t_Y$ とする。

【0145】そして、この横移動時間 $\Delta t_Y$ が、次式(31)の条件を満足する場合に、操舵による障害物回避は不可能であると判断する。

$$m \cdot V \cdot (r + \frac{d\beta}{dt}) = 2 \cdot Y_F + 2 \cdot Y_R \quad \cdots \cdots (32)$$

$$I_Z \cdot \frac{dr}{dt} = 2 \cdot l_F \cdot Y_F - 2 \cdot l_R \cdot Y_R \quad \cdots \cdots (33)$$

$$Y_F = f_F \left[ \beta + \left( \frac{l_F}{V} \right) \cdot r - \theta_F \right]$$

$$Y_R = f_R \left[ \beta - \left( \frac{l_R}{V} \right) \cdot r \right]$$

【0147】なお、(32)及び(33)式中の、mは

車両重量、 $I_z$  は車両ヨー方向の慣性モーメント、 $V$  は自車速、 $r$  はヨーレート、 $\beta$  は車体スリップ角、 $l_f$  は車両重心から前輪までの距離、 $l_r$  は車両重心から後輪までの距離、 $Y_f$  及び  $Y_r$  は、前輪及び後輪にそれぞれ発生する横力である。また、 $\theta_f$  は、前輪舵角であって、緊急時には運転者は例えば図30に示すように、ある操舵速度で操舵量最大値まで操舵を行い、その後、操舵量最大値を維持すると仮定する。なお、図30において、横軸は時間、縦軸は舵角であって、時間の経過に伴

$$Y = \int [V \cdot \sin(\int r dt + \beta)] dt \quad \dots\dots (34)$$

したがって、前記(32)～(34)式から、回避に必要な横移動量 $Y$ だけ自車両が横移動する際の所要時間つまり横移動時間 $\Delta t_y$ を算出することができる。よって、この演算結果を車速毎或いは操舵角毎にプロットすることにより、図28、また図10に示す特性図を得ることができる。

【0149】次に、上記第3の実施の形態の動作を説明する。コントローラ10では、図24の制動制御処理を予め設定した周期で実行し、測距センサ1の検出信号を読み込み、この検出信号に基づいて、自車両前方の障害物を検知し、障害物が存在しない場合にはそのまま処理を終了して図示しない上位プログラムに戻る。

【0150】一方、測距センサ1の検出信号に基づいて自車両前方に障害物が存在すると判定される場合には、ステップS1001からステップS1002に移行し、制動により障害物との接触を回避することができるかどうかを、前記(22)式に基づいて判断し、前記(22)式を満足するとき、制動によって障害物との接触を回避することができないと判断する。

【0151】続いて、ステップS1003に移行し、操舵により障害物との接触を回避することができるかどうかを判断する。つまり、障害物との接触を回避するために必要な横移動量を、前記(26)及び(27)式に基づいて右方向に回避する場合及び左方向に回避する場合についてそれぞれ算出し、算出した横移動量 $Y_1$ 、 $Y_2$ だけ自車両が移動するのに要する横移動時間 $\Delta t_{y1}$ 、 $\Delta t_{y2}$ を、この時点における自車速 $V$ をもとに、前記図10の特性図から算出する。

【0152】さらに、このとき操舵角センサ3で検出される操舵角 $\delta$ に基づいて、図28の特性図から操舵特性に応じた補正係数 $C_R$ 、 $C_L$ を検出し、横移動時間 $\Delta t_{y1}$ 、 $\Delta t_{y2}$ を補正係数 $C_R$ 、 $C_L$ でそれぞれ割り算して旋回状態に応じた横移動時間 $\Delta t_R$ 、 $\Delta t_L$ を算出し、その何れか小さい方を、横移動時間 $\Delta t_y$ として設定する。そして、この横移動時間 $\Delta t_y$ に基づいて前記(31)式から操舵回避の可否を判断する。

【0153】そして、制動操作により回避が可能であると判断され、且つ操舵操作により回避が可能であると判断されたとき、つまり、制動及び操舵の何れによっても障害物を回避可能であると判断されたときには、ステッ

プである傾きで舵角が増加し、つまりある操舵速度で舵角が操舵量最大値まで増加し、操舵量最大値となった時点以後、舵角は操舵量最大値に維持されると仮定する。

【0148】また、 $f_f$  及び  $f_r$  はタイヤスリップ角と、タイヤ横力との対応を表す関数であって、例えば前記図29(a)に示すように設定される。ここで、横移動量 $Y$ は、車速 $V$ とヨーレート $r$ と、車体スリップ角 $\beta$ とから次式(34)で表すことができる。

プS1004からステップS1006を経てステップS1008に移行し、制動力制御装置5による制動力の発生は行わない。

【0154】この状態から、前記(22)式を満足する状態となり、制動による障害物との接触回避が不可能であると判断される状態、或いは、前記(31)式を満足する状態となり、操舵による障害物との接触回避が不可能であると判断される状態となると、制動又は操舵の何れかによる障害物との接触回避が可能である間は、ステップS1004からステップS1006を経てステップS1007に移行し、制動及び操舵の何れによる衝突回避が不可能となった状態であるのかに応じて前記(23)式又は(24)式に基づいて、制動力 $F_L$ が作用し始めてから制動力 $F_H$ が作用するまでの所要時間 $T_c$ を算出し、これに基づいて制動力 $F_L$ の傾き $\beta$ を算出し、この傾き $\beta$ で制動力 $F_L$ を徐々に上昇する制動力を発生するよう、制動力制御装置5を制御する。

【0155】したがって、図31に示すように、制動又は操舵による障害物回避が不可能であると判断される時点 $t_{11}$ で、制動力制御装置5から制動力 $F_L$ が発生されることになり、この制動力 $F_L$ は零から傾き $\beta$ で増加する。そして、制動又は操舵の何れか一方による障害物との接触回避が不可能であるが、他方による障害物との接触回避が可能である間は、継続して制動力 $F_L$ が発生され、この制動力 $F_L$ は、徐々に大きくなっていく。

【0156】そして、時点 $t_{12}$ で、制動及び操舵による障害物との接触回避が共に不可能な状態となると、ステップS1004からステップS1005に移行し、制動力 $F_H$ を発生するよう制動力制御装置5を制御する。これによって、図31に示すように時点 $t_{12}$ で、制動力 $F_L$ よりも大きい制動力 $F_H$ が発生される。

【0157】したがって、制動によっても操舵によっても障害物との接触を回避することが不可能であり、すなわち、運転者による操作によっては障害物をとの接触を回避することができないと判断されたときには、強制的に制動力を発生させ、且つこのとき、これまでよりも、より大きい制動力 $F_H$ を発生させることによって、障害物との接触を回避することが可能となる。

【0158】このとき、時点 $t_{12}$ では制動力 $F_L$ よりも大きな制動力 $F_H$ が作用することになるが、制動力 $F_L$



を徐々に大きくなるように発生させ、且つ時点 $t_{12}$ で制動力 $F_H$ を発生させる際に、それまでの制動力 $F_L$ と制動力 $F_H$ との差が予め設定したしきい値 $\Delta F$ よりも小さくなるように、制動力 $F_L$ の増加の傾きを調整している。したがって、時点 $t_{12}$ で、より大きな制動力 $F_H$ を発生させたとしても運転者に違和感を与えることはなく、また、ある程度の制動力 $F_L$ が既に発生されているから、制動力零から制動を開始する場合に比較して制動力の立ち上がりの遅れを低減することができ、時点 $t_{12}$ では大きさ $F_L$ の制動力を十分発生させることができ、制動力不足が発生することを回避することができる。

【0159】そして、時点 $t_{12}$ で制動力 $F_H$ が作用し、これに伴って運転者が操舵或いは制動を行うことによって、先行車両との距離 $L$ が確保されるか、或いは相対速度 $V_r$ が減少し、時点 $t_{13}$ で、制動及び操舵による回避が可能であると判断される状態となると、ステップS1004、S1006を経てステップS1008に移行し、制動力制御装置5で発生される制動力が $F_H$ から所定の傾きで減少するように制動力制御装置5を制御する。

【0160】これによって、図31に示すように、発生される制動力が所定の傾きで減少することになり、このとき、作用させている制動力を徐々に減少させるようにしているから、制動力の付与を停止する際に、運転者に与える違和感を低減することができる。したがって、制動力制御装置5によって制動力を作用させる場合には、突然大きな制動力 $F_H$ を発生させるのではなく、制動力 $F_L$ を零から徐々に増加させて作用させ、また、制動力の付加を中止する場合には、制動力 $F_H$ から徐々に減少させて中止するようにしているから、制動力の付加開始時及びその停止に伴って運転者に与える違和感を低減することができる。

【0161】このように、この第3の実施の形態においても、上記第1の実施の形態と同様の作用効果を得ることができると共に、この第3の実施の形態においては、制動力 $F_L$ を発生させる際に、操舵及び制動の何れか一方による障害物回避が不可能となった時点から、操舵及び制動による障害物回避が共に不可能となるまでの所要時間 $T_c$ を予測し、これに応じて制動力 $F_L$ を増加させる際の傾き $\beta$ を設定するようにしているから、操舵及び制動による障害物回避が共に不可能となった時点で制動力 $F_L$ から $F_H$ に切り替える際の、制動力の変動を的確に調整することができる。

【0162】ここで、前記操舵回避の可否判断においては、例えば、自車両が、車速 $v_1$ で直進走行している状態では、図28の特性図において、補正係数 $C_R$ 、 $C_L$ は左操舵回避及び右操舵回避共に“1.0”として特定されるから、自車両と障害物との相対位置関係に基づいて算出された横移動量 $Y_1$ 及び $Y_2$ に応じた横移動時間 $\Delta t_{Y1}$ 、 $\Delta t_{Y2}$ に基づいて横移動時間 $\Delta t_Y$ が算出され

る。そして、この横移動時間 $\Delta t_Y$ に基づいて前記(31)式から、操舵操作による障害物回避が可能であるかどうか判断される。

【0163】また、例えば、自車両が、車速 $v_2$ で右旋回している状態では、図28の特性図において、右操舵回避時の補正係数 $C_R$ は、切り増し方向であるから直進走行時の補正係数の半分程度の値(例えば0.5程度)である $c_1$ に設定され、左操舵回避時の補正係数 $C_L$ は、切り戻し方向であるから直進走行時の補正係数よりも小さく且つ切り増し方向時の補正係数よりも大きな値(例えば直進走行時の補正係数の8割程度の値)の $c_2$ として設定される。

【0164】したがって、横移動量 $Y_1$ 及び $Y_2$ に応じた横移動時間 $\Delta t_{Y1}$ 、 $\Delta t_{Y2}$ がそれぞれ補正係数 $c_1$ 、 $c_2$ によって補正され、右操舵回避時の横移動時間 $\Delta t_R$ は、切り増し方向であり直進走行時よりも操舵角の変化に対する横移動量が小さいから、補正係数 $c_1$ によって、横移動時間 $\Delta t_{Y1}$ をより大きくなる方向に補正してこれを横移動時間 $\Delta t_R$ とし、逆に、左操舵回避時の横移動時間 $\Delta t_L$ は、切り戻し方向であり直進走行時よりも操舵角の変化に対する横移動量が小さいが、切り増し方向である場合に比較して大きいから、補正係数 $c_2$ によって横移動時間 $\Delta t_{Y2}$ をより大きくなる方向に補正し且つ切り増し方向時よりも補正度合が小さくなるように補正し、これを横移動時間 $\Delta t_L$ とする。

【0165】逆に、自車両が、車速 $v_2$ で左旋回している状態では、図28の特性図において、右操舵回避時の補正係数 $C_R$ は切り戻し方向であるから、 $c_2$ に設定され、左操舵回避時の補正係数 $C_L$ は、切り増し方向であるから $c_2$ よりも小さな $c_1$ として設定され、これに基づいて横移動量 $Y_1$ 及び $Y_2$ に応じた横移動時間 $\Delta t_{Y1}$ 、 $\Delta t_{Y2}$ がそれぞれ補正係数 $C_R$ 及び $C_L$ に基づいて補正される。

【0166】したがって、横移動量 $Y_1$ 及び $Y_2$ に応じた横移動時間 $\Delta t_{Y1}$ 、 $\Delta t_{Y2}$ がそれぞれ補正係数 $c_2$ 、 $c_1$ によって補正され、右操舵回避時の横移動時間 $\Delta t_R$ は、切り戻し方向であり直進走行時よりも操舵角の変化に対する横移動量が小さいから、補正係数 $c_2$ によって、横移動時間 $\Delta t_{Y1}$ をより大きくなる方向に補正してこれを横移動時間 $\Delta t_R$ とし、逆に、左操舵回避時の横移動時間 $\Delta t_L$ は、切り増し方向であり直進走行時よりも操舵角の変化に対する横移動量が小さくまた切り戻し時に比較してより小さいから、補正係数 $c_1$ によって横移動時間 $\Delta t_{Y2}$ をより大きくなる方向に補正し且つ切り増し方向時よりも補正度合が大きくなるように補正し、これを横移動時間 $\Delta t_L$ とする。

【0167】ここで、自車両が直進走行している場合と旋回走行している場合とでは、操舵に対する応答特性が異なり、操舵角の変化に対する横移動量が異なるため、横移動量 $Y_1$ 、 $Y_2$ に応じた横移動時間 $\Delta t_{Y1}$ 、 $\Delta t_{Y2}$

に基づいて、操舵による接触回避が可能であるかどうかの判定を行った場合、旋回走行時には、その旋回状態によっては操舵回避可能かどうかの判断が的確に行われない場合がある。

【0168】しかしながら、上述のように、自車両が旋回状態である場合にはその旋回度合に応じて横移動時間 $\Delta t_{y1}$ 、 $\Delta t_{y2}$ を補正し、補正後の横移動時間 $\Delta t_R$ 、 $\Delta t_L$ に基づいて操舵による接触回避が可能であるか否かを判断するようにしているから旋回に伴い生じる操舵に対する応答特性の変化に起因する、横移動時間 $\Delta t_R$ 、 $\Delta t_L$ の誤差分を除去することができ、操舵による障害物との接触回避の判断を的確に行うことができる。

【0169】また、このとき、操舵角に応じて補正係数を設定するだけでなく、車速に応じて補正係数を設定するようにしているから、操舵角に応じた操舵応答特性及び車速に応じた操舵応答特性を考慮して、横移動時間を算出することができ、よりの確に横移動時間を算出することができる。次に、本発明の第4の実施の形態を説明する。

【0170】この第4の実施の形態は、図32に示すように、上記第3の実施の形態において、操舵角センサ3に替えて横加速度センサ4を備え、操舵角に替えて横加速度に基づいて、補正係数を設定するようにしている。そして、この第4の実施の形態における制動制御処理は、図33のフローチャートに示すように、上記第3の実施の形態と同様に、まず、ステップS1010で操舵回避に必要な横移動量を算出し、この横移動量だけ移動するのに必要な横移動時間を算出し（ステップS1020）、次いで、ステップS1030aに移行し、操舵回避に必要な横移動時間の横加速度による補正を、図34に示す特性図に基づいて行う。

【0171】この特性図は、図34に示すように、横軸は横加速度の大きさを表し、その正側は切り増し側、負側は切り戻し側を表す。また、縦軸は横加速度に応じた操舵特性の補正係数を表す。この補正係数Cは、図34に示すように、直線路走行時に操舵回避するために所定の操舵量だけ操舵したときの自車両の横移動量を“1.0”とし、これを基準として、旋回時に操舵回避するために前記所定の操舵量だけ操舵したときの自車両の横移動量を、旋回状態、つまり操舵開始時の横加速度に応じて表したものである。

【0172】つまり、横加速度が発生していない状態、つまり直線路走行時の補正係数Cを“1.0”としたとき、ある横加速度で旋回中に旋回方向の内側すなわち切り増し方向に操舵回避する場合には、横加速度に抗して移動することから、横加速度が発生していない状態と比較して操舵に伴う単位時間当たりの横移動量は小さくなるため、補正係数Cは、“1.0”より小さい値となり、且つ横加速度が大きくなるほど補正係数は小さな値

となる。

【0173】また、タイヤスリップ角とタイヤ横力とは、前述のように図29(a)に示すような関係にあり、直進状態（スリップ角=0）から操舵回避すると、図29(b)に示すように、前輪スリップ角が大きくなり前輪横力が飽和状態となって、前輪横力が増加しなくなってしまう。一方、横加速度が小さい範囲で旋回中に操舵回避を行うと前輪横力が飽和状態とはならず、図29(c)に示すように、前輪スリップ角の変化に対して大きく前輪横力が変化するため、直進状態から操舵した場合と比べて操舵に対する横移動量が大きくなる。このため、直進時の補正係数“1.0”よりも大きな値となる。操舵回避を行った場合の前輪横力の変化が最大となる場合に補正係数Cは最大となる。同じ横加速度ならば車速が高いほど旋回中の前輪スリップ角が大きくなるので、横力が飽和状態に近くなり、補正係数Cは小さい値となる。

【0174】そして、以後、横加速度が大きくなるにつれて、前輪スリップ角が大きくなるため、タイヤ横力が飽和してくることから、横加速度が大きくなるほど、補正係数は小さな値に設定される。また、車速が高いほど、操舵に対する応答特性がよくなるから、車速が高いほど、補正係数は大きな値となるように設定される。なお、ここでは、車速を、3段階 $v_1$ 、 $v_2$ 、 $v_3$ に設定した場合について説明したが、これに限らず、車速は一定として設定するようにしてもよく、また、さらに多段階に設定するようにしてもよく、これらの車速に応じた補正係数の変化を関数で表し、車速に応じて連続的に補正係数を設定するようにしてもよい。

【0175】したがって、例えば、ある車速で横加速度 $Y_G'$ で右旋回中である場合、右操舵して障害物を回避する場合には、切り増し方向への操舵であるから、図34の横軸の正領域を参照し、横加速度“ $+Y_G'$ ”に対応する切り増し側への操舵時における補正係数 $c_1$ を、右回避時の補正係数 $C_R$ として特定する。逆に左操舵して障害物を回避する場合には、切り戻し方向への操舵であるから、図34の横軸の負領域を参照し、横加速度“ $-Y_G'$ ”に対応する切り戻し側への操舵時における補正係数 $c_2$ を、左回避時の補正係数 $C_L$ として特定する。

【0176】逆に、左旋回中である場合には、右操舵で障害物を回避するときは、切り戻し方向への操舵であるから、図34の横軸の負領域を参照し、横加速度“ $-Y_G'$ ”に対応する切り戻し方向への操舵時における補正係数 $c_2$ を右回避時の補正係数 $C_R$ として特定し、逆に、左操舵で障害物を回避するときは、切り増し方向への操舵であるから、図34の正領域を参照し、横加速度“ $+Y_G'$ ”に対応する切り増し方向への操舵時における補正係数 $c_1$ を、左回避時の補正係数 $C_L$ として特定する。

【0177】なお、この図34に示す特性図は、横加速

度と操舵特性の補正係数との関係を、予めオフラインで車速毎に演算しておくことにより作成しておく。このように、操舵特性に応じた補正係数 $C_R$ 及び $C_L$ は、横加速度センサ4により検出される横加速度 $Y_G$ と車速センサ2で検出される自車速とに基づいて、図34の特性図から特定される。

【0178】そして、操舵特性に応じた補正係数 $C_R$ 及び $C_L$ を算出したならば、この補正係数 $C_R$ 及び $C_L$ に基づいて前記(29)及び(30)式に基づいて、自車両の旋回状態を考慮した操舵回避に必要な横移動時間 $\Delta t_R$ 及び $\Delta t_L$ を算出する。次いで、ステップS1040に移行し、上記第3の実施の形態と同様に、ステップS1030aで算出した横移動時間 $t_R$ 及び $t_L$ うちの小さい方を選択し、これを操舵回避に要する横移動時間 $\Delta t_Y$ とする。

【0179】そして、この横移動時間 $\Delta t_Y$ が、前記(31)式の条件を満足する場合に、操舵による障害物との接触回避は不可能であると判断する。したがって、この第4の実施の形態においても、上記第3の実施の形態と同等の作用効果を得ることができる。なお、上記第3及び第4の実施の形態においては、図28或いは図34に示すように、操舵角或いは横加速度に応じて補正係数を変化させるようにした場合について説明したが、切り増し側と切り戻し側とでそれぞれ補正係数の代表値を設定し、切り増し側であるか切り戻し側であるかに応じて補正係数の代表値を右回避時の補正係数 $C_R$ 、或いは左回避時の補正係数 $C_L$ として設定するようにしてもよい。しかしながら、操舵角或いは横加速度に応じて補正係数を変化させるようにした方が、より高精度に横移動時間を算出することができる。

【0180】また、上記第3及び第4の実施の形態においては、横移動量 $Y_1$ 、 $Y_2$ を前記(26)、(27)式に基づいて算出するようにした場合について説明したが、上記第1の実施の形態と同様の手順で算出するようにしてもよい。また、上記第1及び第2の実施の形態において、上記第3又は第4の実施の形態と同様の手順で操舵回避可否判断を行うようにしてもよく、このようにすることによって上記第3又は第4の実施の形態と同等の作用効果を得ることができる。

【0181】また、上記第3及び第4の実施の形態においては、カーブ路走行判定手段として、操舵角センサ3或いは横加速度センサ4を適用し、これに基づいて旋回度合を検出するようにした場合について説明したが、これに限るものではなく、例えば、ヨーレートセンサ、或いは、道路形状を検知するカメラやナビゲーションシステム等、旋回方向を検出することができる手段、さらに、旋回度合を検出することができる旋回度合検出手段であれば適用することができる。

【0182】なお、上記第3及び第4の実施の形態において、測距センサ1が障害物検出手段に対応し、制動力

制御装置5が制動力発生手段に対応し、図24のステップS1002の処理が制動回避可否判定手段に対応し、ステップS1003の処理が操舵回避可否判定手段に対応し、ステップS1004～ステップS1008の処理が制動力制御手段に対応し、図27のステップS1010の処理が横移動量検出手段に対応し、ステップS1020の処理が横移動時間演算手段に対応し、操舵角センサ3が操舵角検出手段及びカーブ路走行判定手段に対応し、横加速度センサ4が横加速度検出手段及びカーブ路走行判定手段に対応し、車速センサ2が車速検出手段に対応している。

【0183】なお、上記各実施の形態においては、スキヤニング方式の測距センサ1を用いた場合について説明したが、これに限るものではなく、障害物の左右エッジまでの距離及びその角度を検出することができセンサであれば適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した、車両用制動力制御装置の一例を示す概略構成図である。

【図2】図1のコントローラ10の機能構成を示すブロック図である。

【図3】図1のコントローラ10で実行される制動力制御処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図4】右方向及び左方向への横移動量 $Y_1$ 及び $Y_2$ の算出方法を説明するための説明図である。

【図5】右方向及び左方向への横移動量 $Y_1$ 及び $Y_2$ の算出方法を説明するための説明図である。

【図6】右方向及び左方向への横移動量 $Y_1$ 及び $Y_2$ の算出方法を説明するための説明図である。

【図7】図3のステップS2における横移動量算出処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図8】図3のステップS3における回避領域検出処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図9】右車線上に障害物が存在場合の説明図である。

【図10】横移動量 $Y$ と車速 $V$ と障害物を回避するために必要な所要時間 $\Delta t_Y$ との関係を示す特性図である。

【図11】図3のステップS4における横移動量選択処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図12】横加速度と横方向オフセット値閾値 $\alpha_{TH}$ との対応を表す制御マップである。

【図13】直線路走行中の、横移動量 $Y$ の変化状況を表す説明図である。

【図14】カーブ路走行中の、横移動量 $Y$ の変化状況を表す説明図である。

【図15】舵角と横方向オフセット値閾値 $\alpha_{TH}$ と車速 $V$ との対応を表す制御マップである。

【図16】図3のステップS5における操舵回避可否判定処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図17】図3のステップS6における制動回避可否判定処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図18】図3のステップS7における制動制御処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図19】自車両と車両前方障害物との間の距離及び相対速度平面における、増圧制御領域及び徐々増圧制御領域を表す図である。

【図20】第1の実施の形態の動作説明に供する、制動流体圧の変化状況を表す説明図である。

【図21】第2の実施の形態における障害物回避領域検出手段の構成を示すブロック図である。

【図22】第2の実施の形態における回避領域検出処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図23】第3の実施の形態における車両用制動力制御装置の一例を示す概略構成図である。

【図24】第3の実施の形態における制動力制御処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図25】測距センサにより障害物を検知した場合の、自車両と、自車両前方の障害物との位置関係を示す説明図である。

【図26】制動力 $F_H$ と制動力 $F_L$ との関係を表す説明図である。

【図27】操舵による回避可能判断処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図28】操舵角 $\delta$ と操舵特性の補正係数 $C$ との対応を表す特性図である。

【図29】タイヤスリップ角とタイヤ横力との関係を表す特性図である。

【図30】緊急時の運転者の操舵特性を表す特性図である。

【図31】第3の実施の形態の動作説明に供する説明図である。

【図32】第4の実施の形態における車両用制動力制御装置の一例を示す概略構成図である。

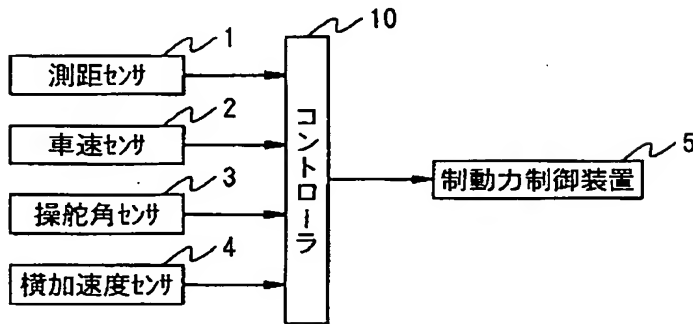
【図33】第4の実施の形態における制動力制御処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図34】横加速度と操舵特性の補正係数 $C$ との対応を表す特性図である。

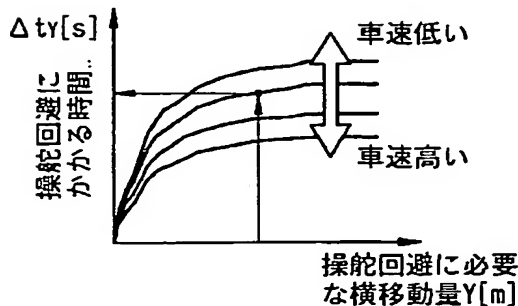
【符号の説明】

- 1 測距センサ
- 2 車速センサ
- 3 操舵角センサ
- 4 横加速度センサ
- 5 制動力制御装置
- 10 コントローラ

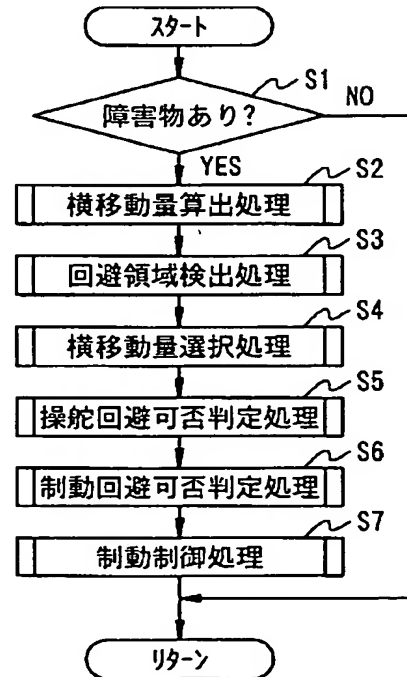
【図1】



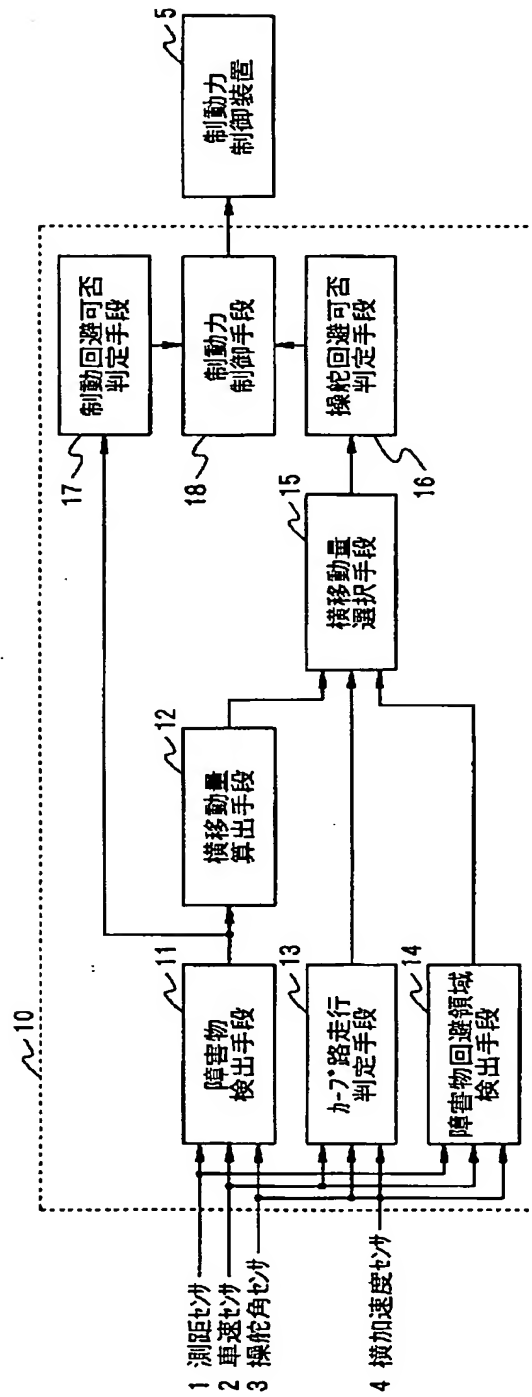
【図10】



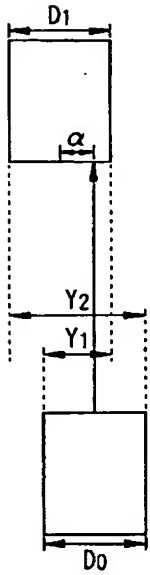
【図3】



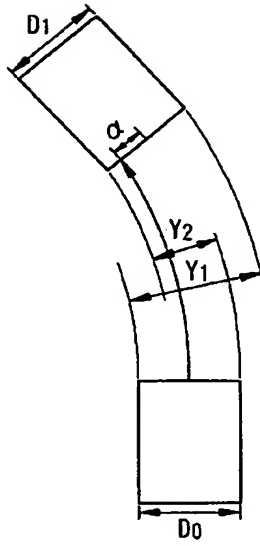
【図2】



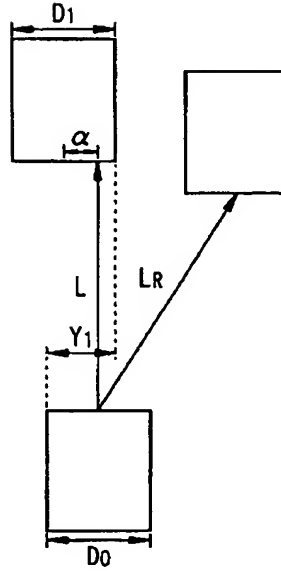
【図4】



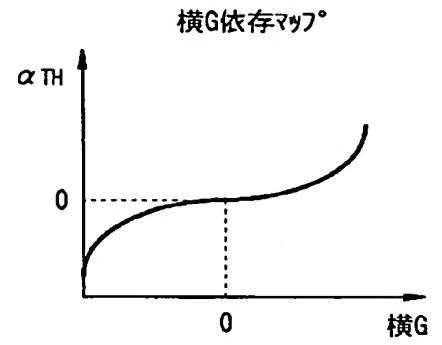
【図5】



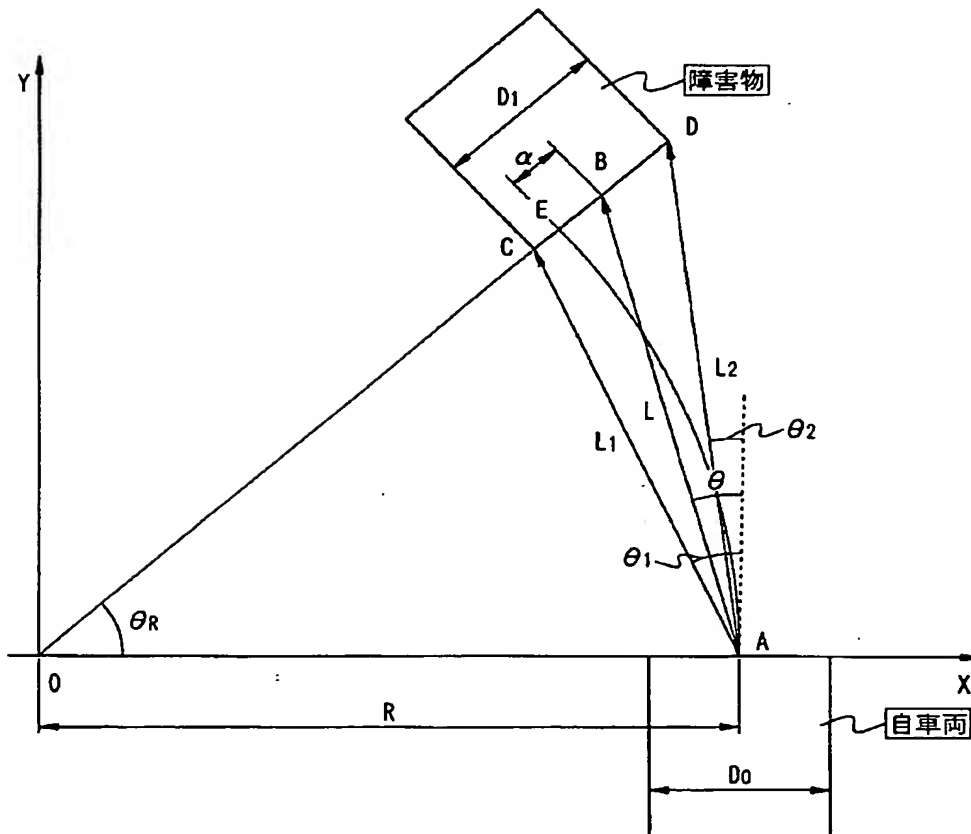
【図9】



【図12】

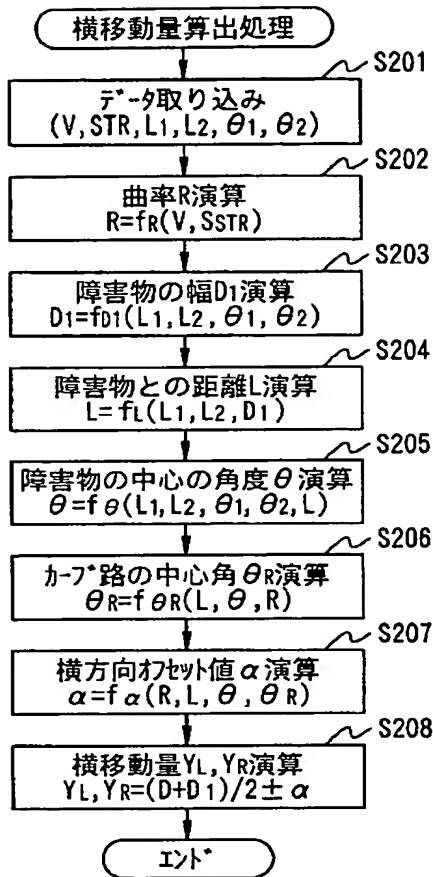


【図6】

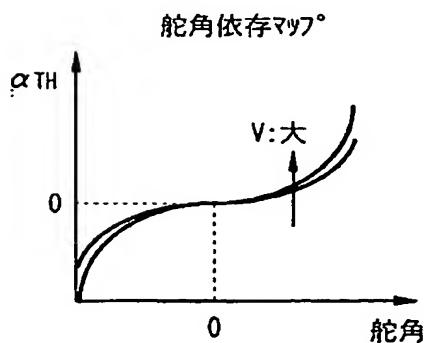




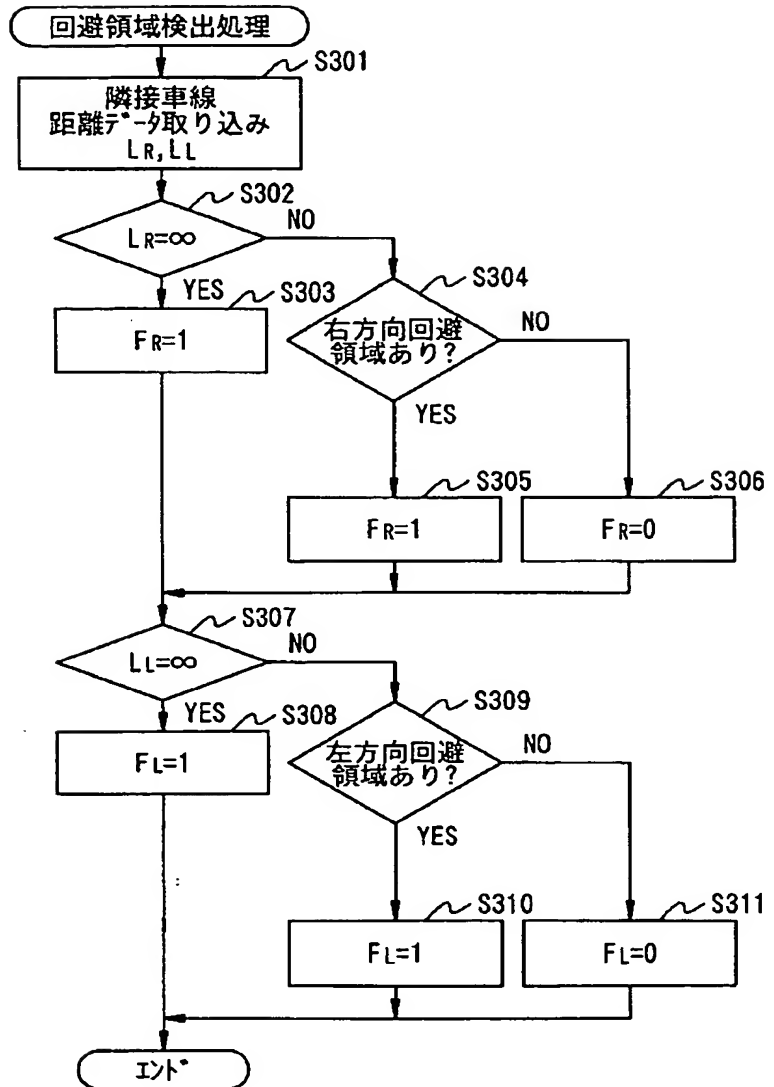
【図7】



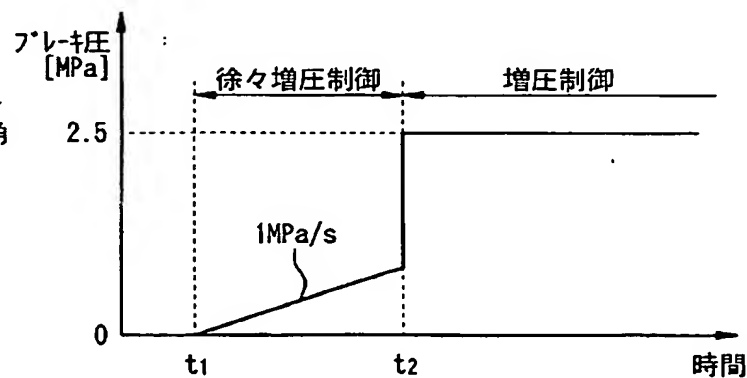
【図15】



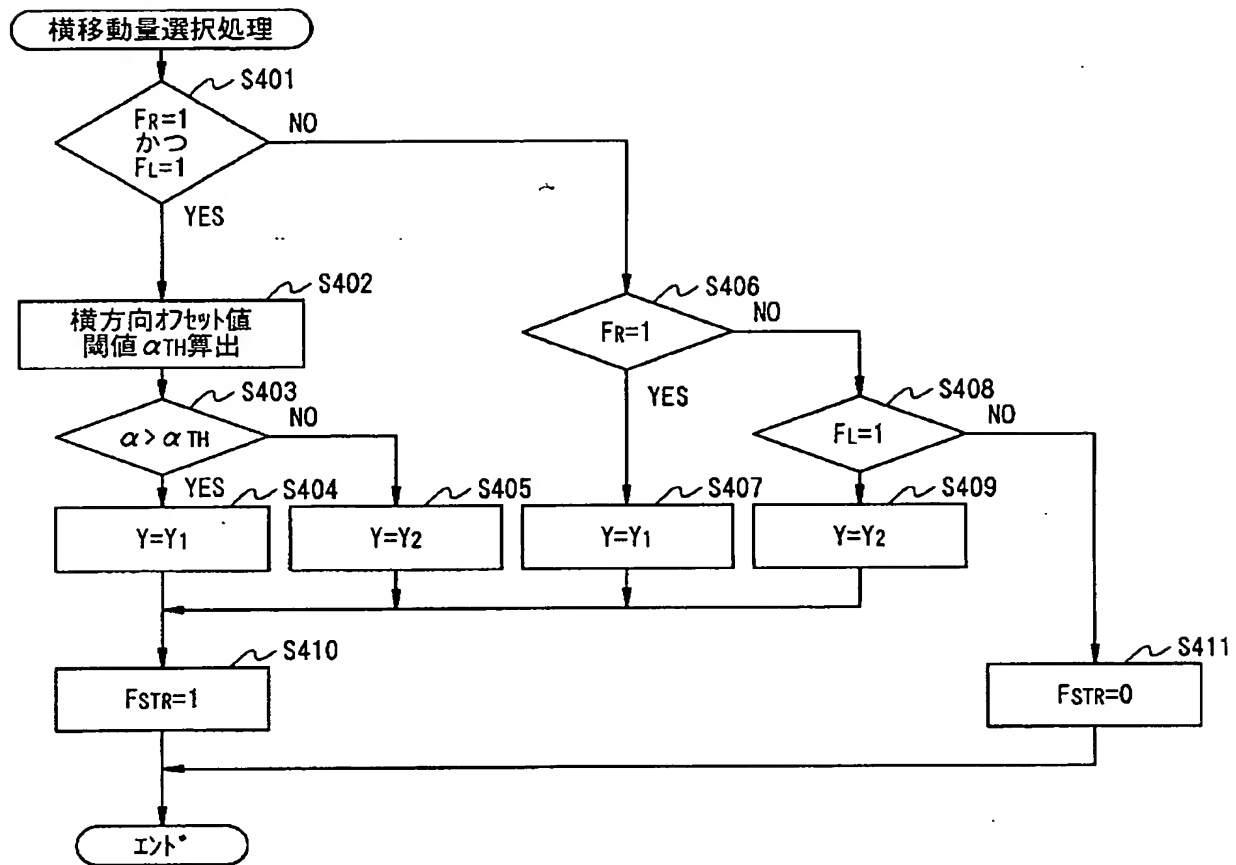
【図8】



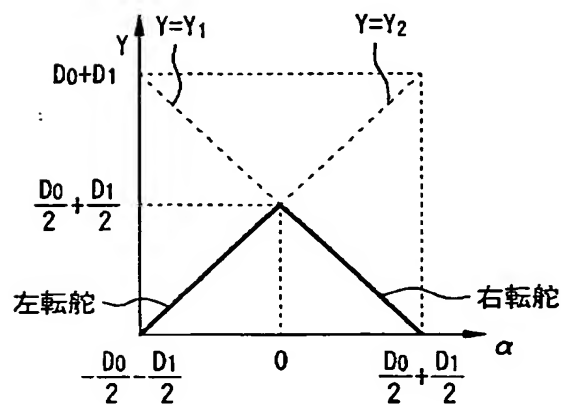
【図20】



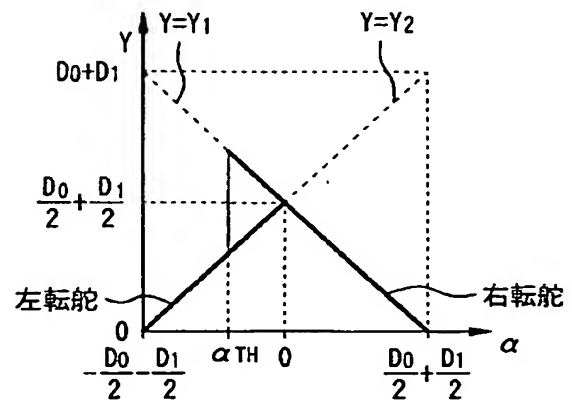
【図11】



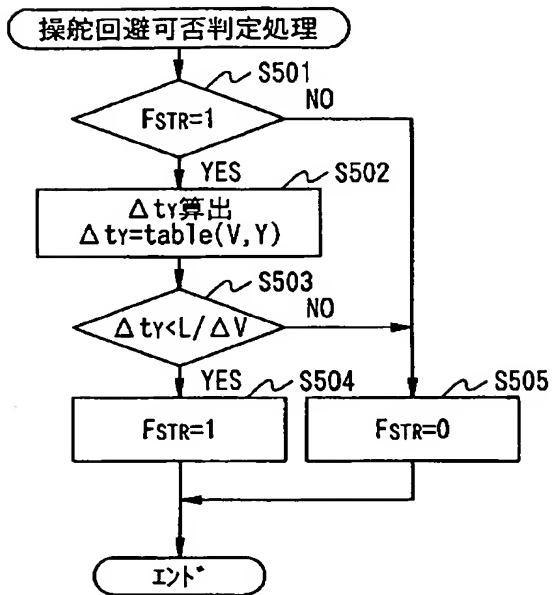
【図13】



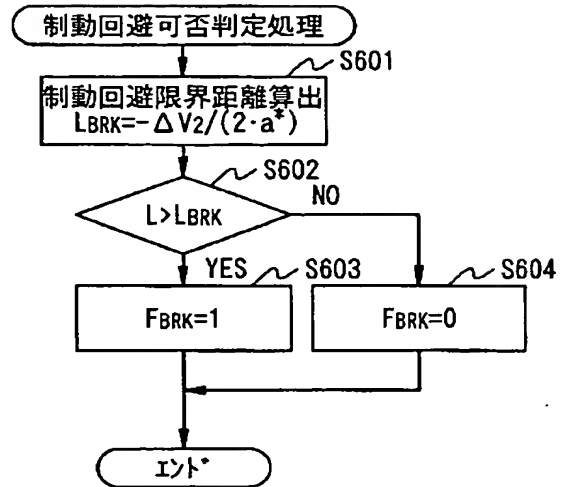
【図14】



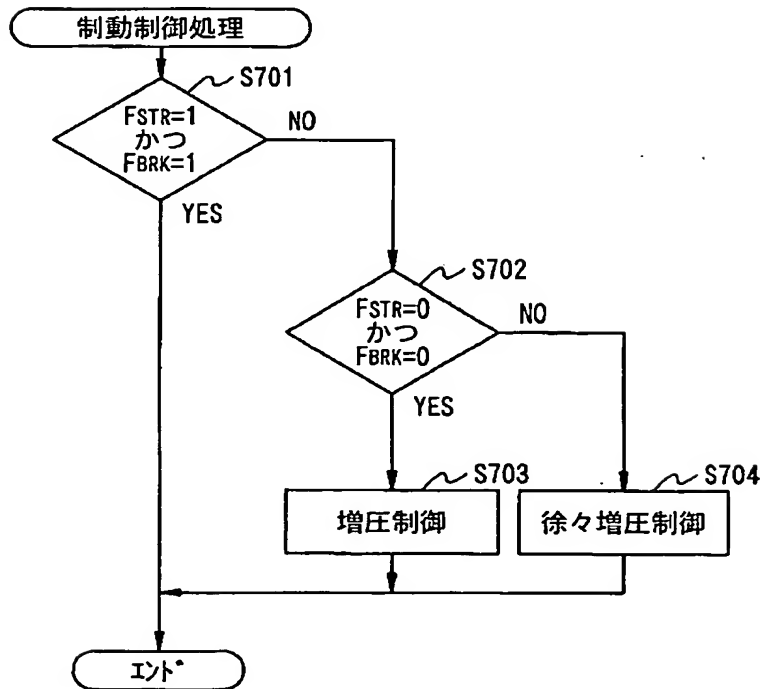
【図16】



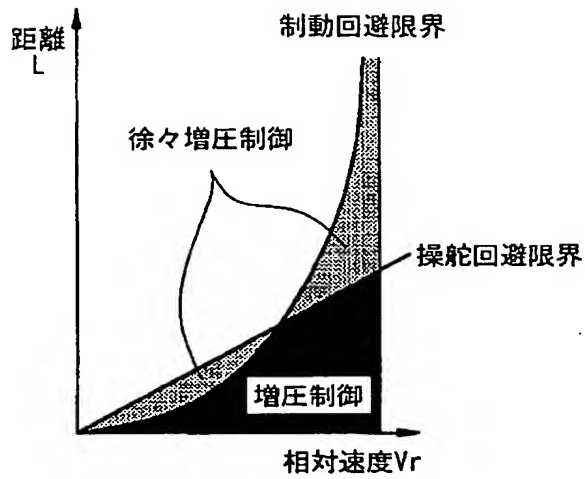
【図17】



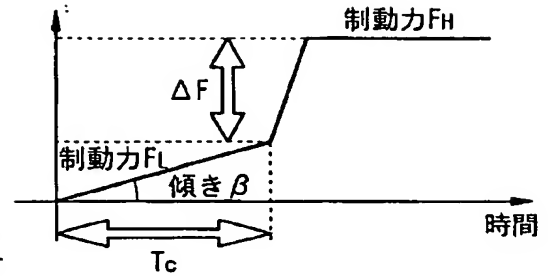
【図18】



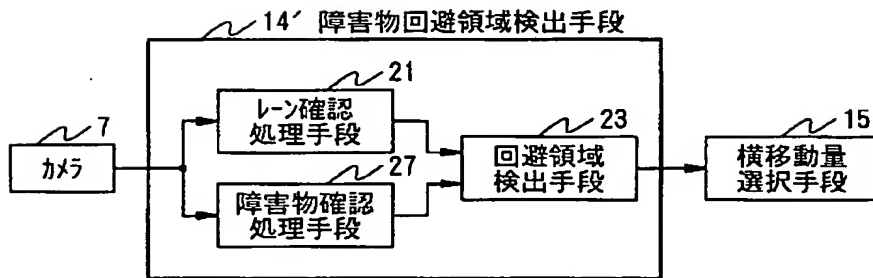
【図19】



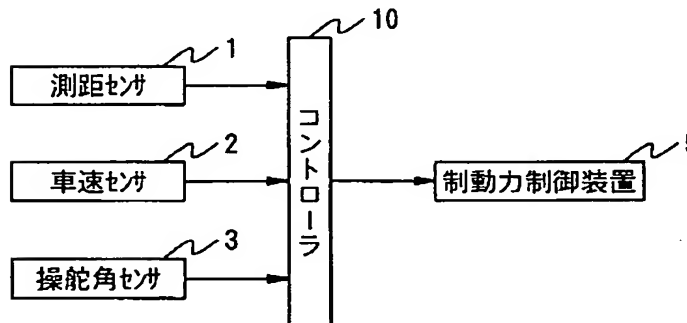
【図26】



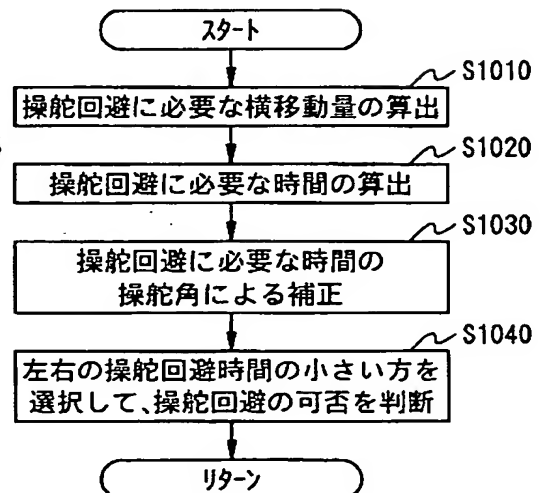
【図21】



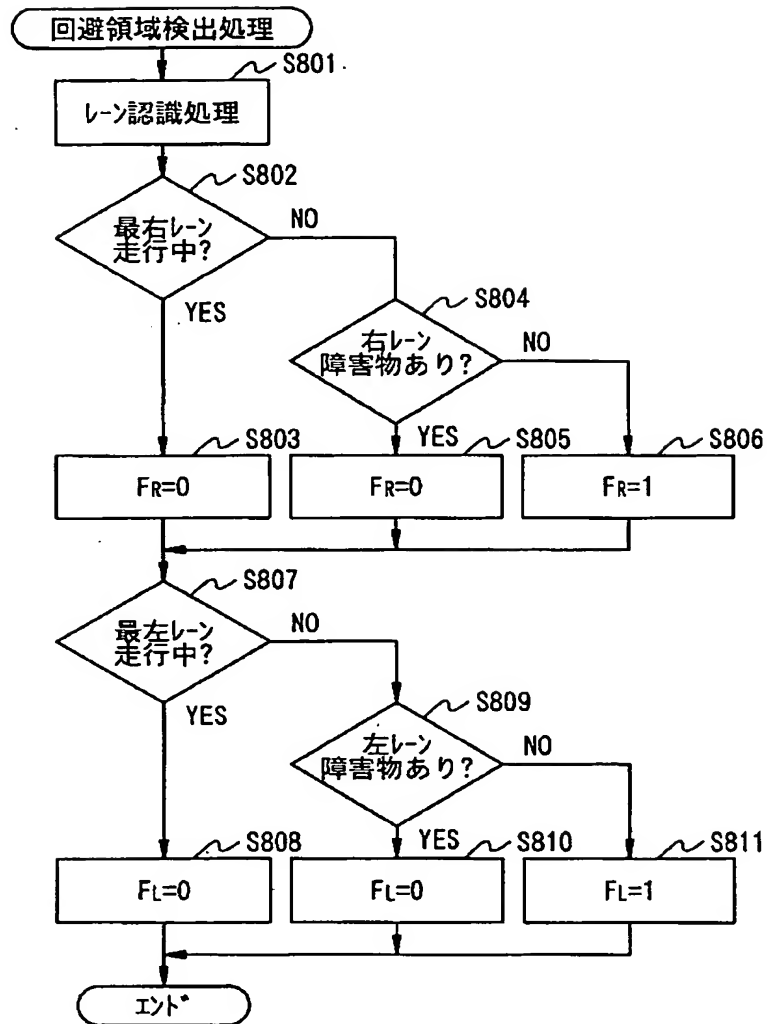
【図23】



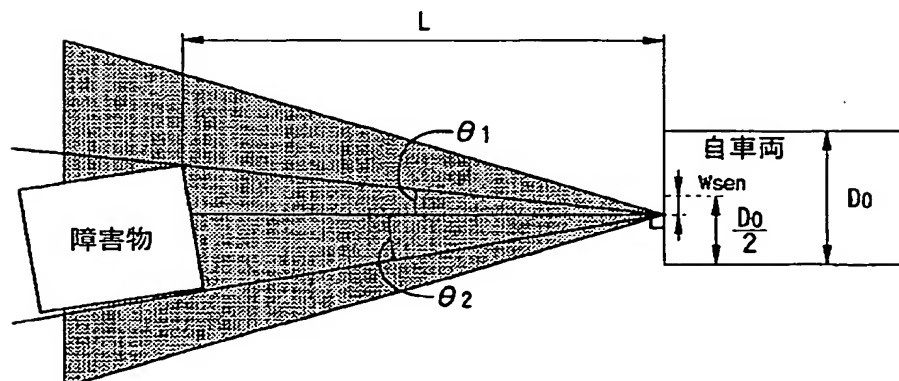
【図27】



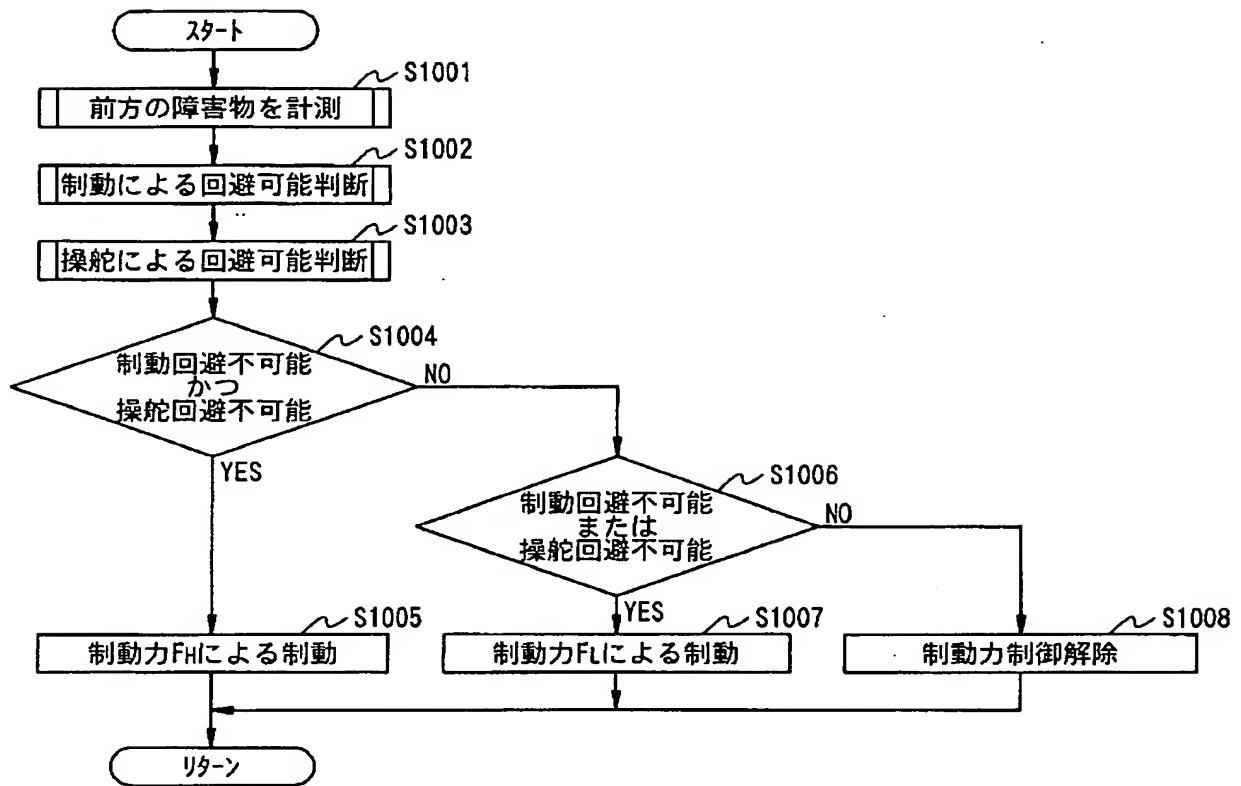
【図22】



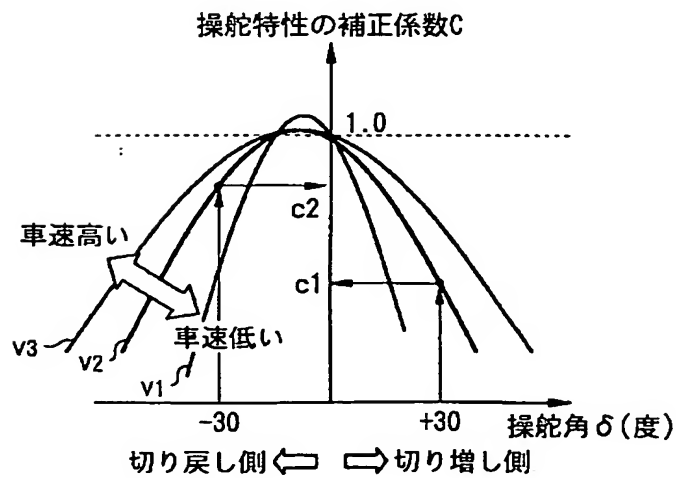
【図25】



【図24】

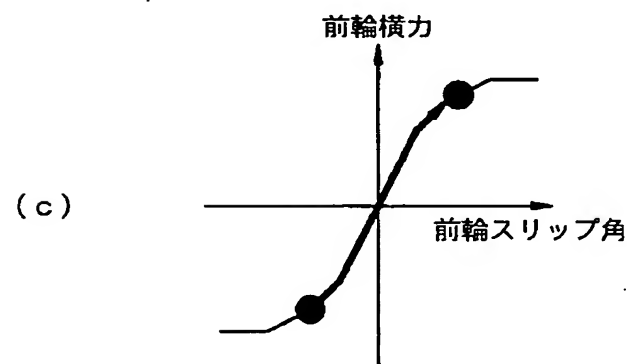
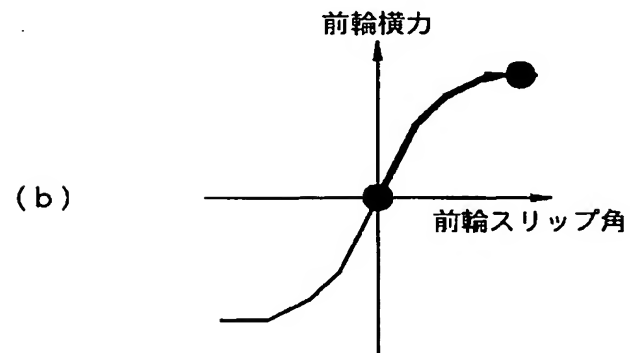
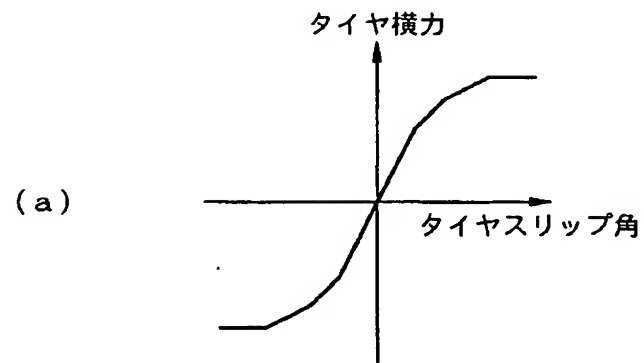


【図28】

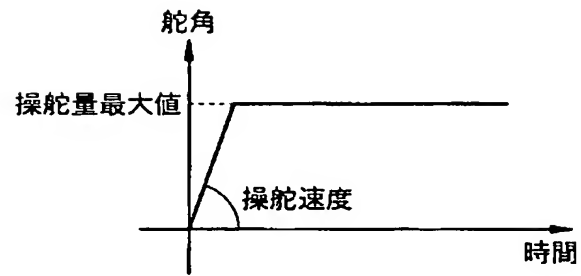




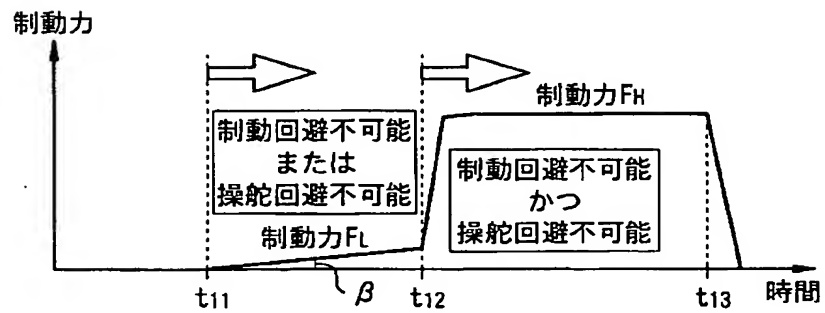
【図29】



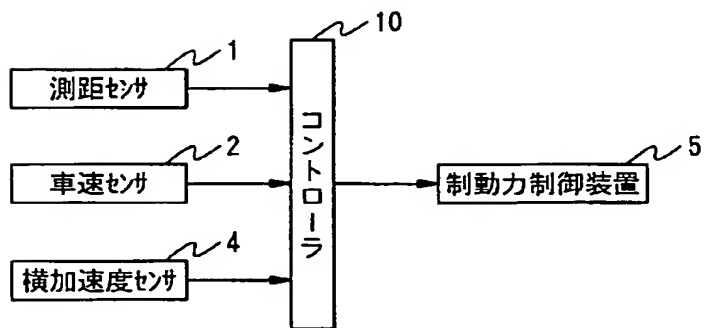
【図30】



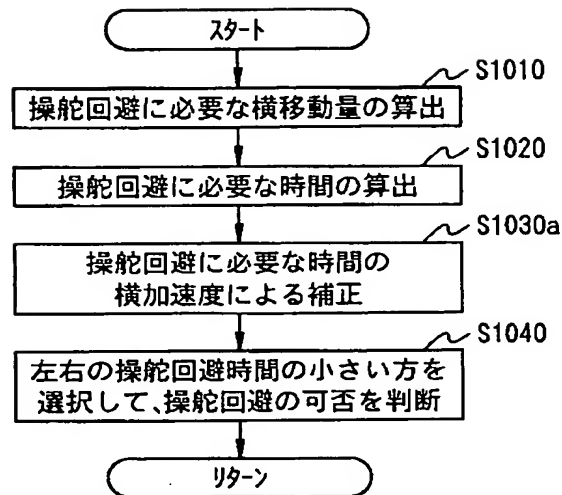
【図31】



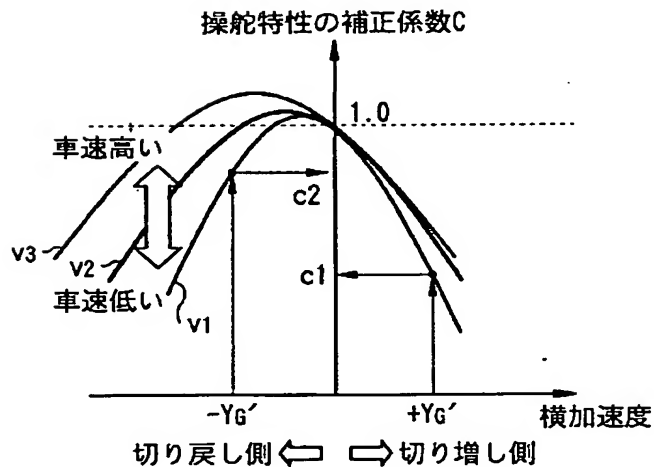
【図32】



【図33】



【図34】



フロントページの続き

(72)発明者 山村 吉典  
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(72)発明者 田村 実  
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(72)発明者 高橋 正起  
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(72)発明者 中村 誠秀  
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

Fターム(参考) 3D046 BB17 BB18 GG10 HH08 HH20  
HH22 HH25 JJ16 JJ19  
5H180 AA01 CC03 CC14 LL01 LL09